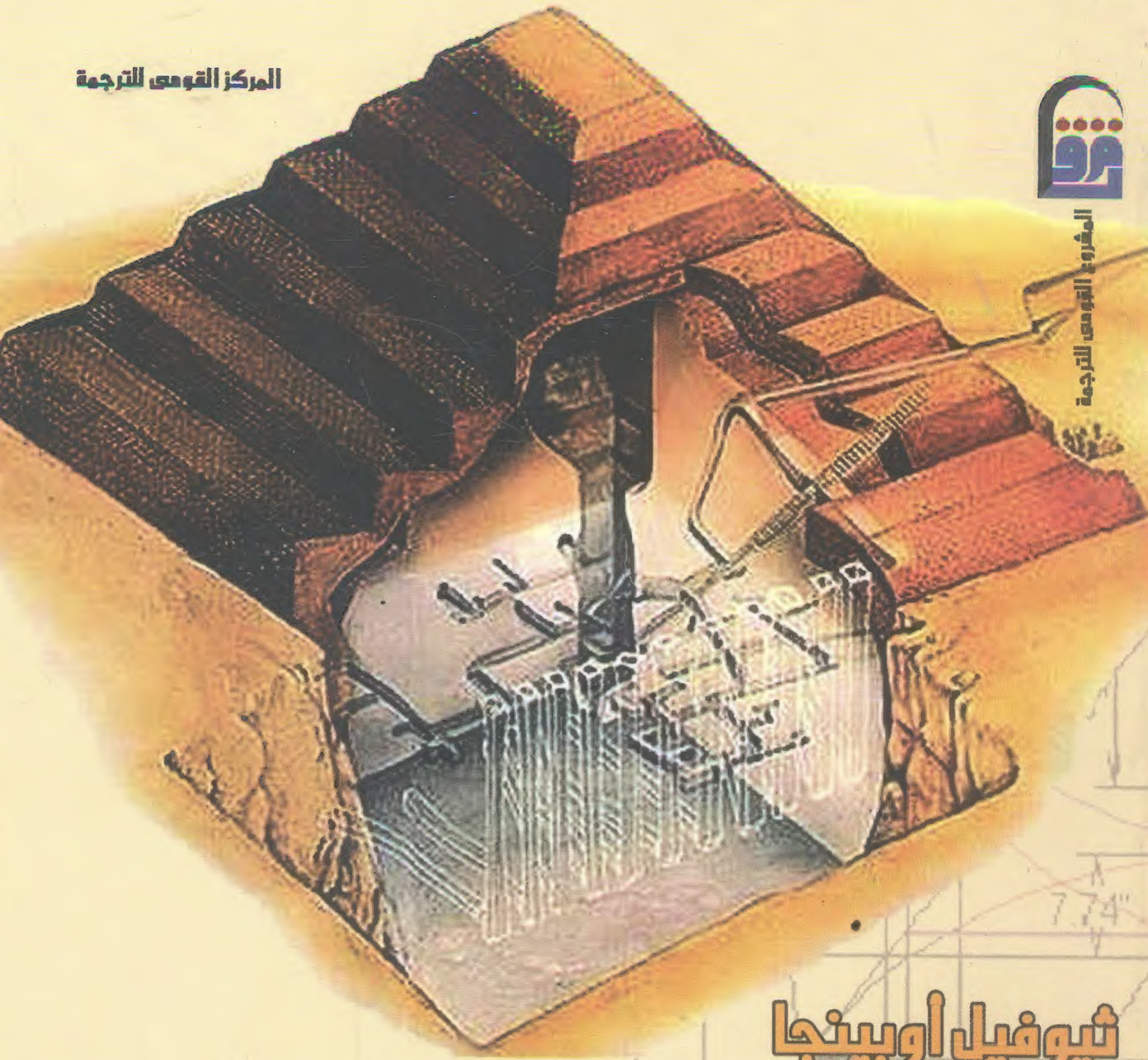


المركز القومي للترجمة



المشروع القومي للترجمة



ثيوفيل أوبينجا

# الهندسة في مصر القديمة

مساهمة أفريقيا القديمة في الرياضيات العالمية

ترجمة وتقديم: حسام الدين زكريا

1222





**الهندسة في مصر القديمة**

**مساهمة أفريقيا في الرياضيات العالمية**

المركز القومي للترجمة  
إشراف: جابر عصفور

- العدد: ١٢٢٢
- الهندسة في مصر القديمة
- ثيوفيل أوبينجا
- حسام الدين زكريا
- الطبعة الأولى ٢٠٠٨

هذه ترجمة كتاب:  
*La Géométrie Égyptienne:*  
*Contribution de l'Afrique antique à la Mathématique mondiale*  
*De : Théophile Obenga*  
*© L' Harmattan, 1995*

---

حقوق الترجمة والنشر بالعربية محفوظة للمركز القومي للترجمة  
شارع الجبلية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة ت: ٢٧٣٥٤٥٢٤ - ٢٧٣٥٤٥٢٦ فاكس: ٢٧٣٥٤٥٥٤  
El Gabalaya St. , Opera House, El Gezira, Cairo  
Tel.: 27354524 – 27354526 Fax: 27354554



# الهندسة في مصر القديمة

مساهمة أفريقيا القديمة في الرياضيات العالمية

تأليف: ثيوفيل أوبينجا

ترجمة وتقديم: حسام الدين زكريا



٢٠٠٨



<p>بطاقة الفهرسة</p> <p>إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية</p> <p>إدارة الشؤون الفنية</p>	<p>أوبينجا ، ثيوفيل</p> <p>الهندسة فى مصر القديمة: مساهمة أفريقيا القديم فى الرياضيات العالمية /</p> <p>تأليف : ثيوفيل أوبينجا ، ترجمة: حسام الدين زكريا ؛</p> <p>ط ١ - القاهرة : المركز القومى للترجمة ، ٢٠٠٨</p> <p>٤١٢ ص ، ٢٤ سم</p> <p>١ - الهندسة - تاريخ</p> <p>(أ) أوبينجا ، ثيوفيل ( مؤلف )</p> <p>(ب) زكريا ، حسام الدين ( مترجم )</p> <p>٢ - العنوان</p> <p>٥١٦,٠٩</p>
<p>رقم الإيداع ٧٢٨٢ / ٢٠٠٨</p> <p>الترقيم الدولى : x - 682 - 437 - 977 - I.S.B.N</p> <p>طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية</p>	

تهدف إصدارات المركز القومى للترجمة إلى تقديم الاتجاهات والمذاهب الفكرية المختلفة للقارئ العربى وتعريفه بها، والأفكار التى تتضمنها هى اجتهادات أصحابها فى ثقافتهم ولا تعبر بالضرورة عن رأى المركز.



# الفهرس

19	إهداء خاص .....
21	مقدمة .....
	١- الخط المستقيم
25	الخط المستقيم. قياس الطول. طرق وأدوات القياس .....
	٢- محيط الدائرة
41	السطح المستوى. المحيط. الدائرة. رسم المحيط .....
	٣- الزوايا
	الزاوية. الزوايا القائمة ومثلث رسم الزوايا (الكوس- زاوية النجار
47	( e`querre ) .....
	٤- المثلث
	المثلث. القواعد الهندسية للمثلث (خطوط المثلث). المثلث قائم
53	الزاوية. المتوازيات على أحد جوانب المثلث .....
	٥- المستطيل
59	المستطيل. الوصف .....
	٦- المعين. المربع
67	المعين. المربع. الدائرة داخل المربع .....
	٧- شبه المنحرف
71	شبه المنحرف. شبه المنحرف متساوي الساقين .....
	٨- التماثل بالنسبة لنقطة
75	مركز التماثل. محور التماثل .....
	٩- المضلعات المنتظمة
79	المضلع المنتظم .....



١٠- التشابه والتماثل

- 81 تكبير وتصغير الشكل. طريقة المربعات .....  
١١- المساحات

- السطح- امتداد السطح- المساحة. وحدة الطول. وحدة المساحة أو  
91 السطح. النظام المترى ، النظام المصرى والنظام البابلى .....  
١٢- مساحة المستطيل

- نظرية. التمثيل الهندسى. (المسألة رقم ٤٩ للبردية رند Rhind .  
المسألة رقم ٦ من بردية موسكو). المثلث المستطيل. فيثاغورث  
95 ومصر .....  
١٣ - مساحة المربع

- مساحة المربع. حجم الإسطوانة ذات القاعدة المربعة ( المسألة رقم  
103 ٤٤ من بردية رند Rhind ) .....  
١٤ - مساحة المثلث

- مساحة المثلث ( المسألة رقم ٥١ من بردية رند Rhind ) البرهان  
105 الهندسى .....  
١٥ - مساحة شبه المنحرف

- مساحة شبه المنحرف. المسألة رقم ٥٣ من بردية رند Rhind.  
109 مساحة المضلع .....  
١٦- مساحة الدائرة

- مساحة الدائرة بدلالة نصف القطر. مساحة الدائرة بدلالة القطر  
(المسألة رقم ٥٠ من بردية رند Rhind ). قيمة النسبة التقريبية ط  
فى مصر القديمة ط = ١٦٠٤ , ٣ . قيمة النسبة التقريبية عند  
113 البابليين ط = ٣ .....



- ١٧ - مقارنة بين مساحتي الدائرة والمربع  
(المسألة رقم ٤٨ من بردية رند Rhind) . العلاقات الهندسية بين  
الدائرة والمربع .
- 119 القواعد الهندسية لمحيط الدائرة .....  
١٨ - مساحة سطح محدد بخط منحنى  
طريقة المربعات. طريقة شبه المنحرف. حساب القبة (منذ ٢٨٠٠ عام)  
125 .....  
١٩ - حساب المثلثات  
حساب المثلثات. قياس الزوايا. قياس زاوية ميل الهرم، زاوية ميل  
ضلع الهرم. قياس أو حساب السيجيد Sedg، وهو تلك  
الزاوية. (المسألة رقم ٥٦ من بردية رند Rhind) .....  
129 .....  
٢٠ - المستوى  
المستوى حسب المفهوم الشائع والمفهوم الرياضي. خارطة مقبرتي  
رمسيس الرابع ورمسيس التاسع. خارطة قدس الأقداس. خارطة  
مجموعة الأفنية مع صوامع الغلال. الخارطة طبقا للمفهوم المعماري.  
133 .....  
٢١ - متوازي المستطيلات  
متوازي المستطيلات. متوازي المستطيلات بقاعدة مستطيل.  
المكعب. غرفة دفن الملك خوفو. العلاقات الهندسية في تلك الغرفة  
(ج.ف. لويه J.Ph. Louer). التقاليد الهندسية المصرية القديمة.  
143 حجم متوازي المستطيلات بقاعدة مستطيل .....  
٢٢ - القطع الناقص (الإهليلجي)  
القطع الناقص ellipse . مساحة القطع الناقص. كان القطع الناقص  
معروفا ومرسوما في مصر القديمة. حساب القطع الناقص .....  
147



## ٢٣ - الحجم

- الحجم. قياس الحجم. قياسات السعة. المفاهيم المصرية القديمة للحجم.  
153 القياسات الرئيسية للسعة في مصر القديمة .....

## ٢٤ - الهرم

كلمة هرم: الفروض الاشتقاقية لمعنى الكلمة. الأهرام فى وادى النيل  
وفى باقى أنحاء أفريقيا السوداء. التعريف الرياضى للهرم. الهرم  
المنتظم. هيرودوت والهرم الأكبر. جذع الهرم. حجم الهرم. حجم  
جذع الهرم (المسألة رقم ١٤ من بردية موسكو: ان، ترجمة) حساب  
المثلثات. حساب زاوية ميل الهرم ( مسائل بردية رند Rhind).  
الهرم الأكبر

- والدورة القمرية nombre d'or . طاليس Thales وقياس ارتفاع  
الهرم فى مصر. شهادة ديوجين اللارسى Diogene  
Laerce، وبلوتارك Plotarque ، وبلين القديم Pline L'Ancien .  
159 طريقة طاليس كانت معروفة قبله فى مصر القديمة .....

## ٢٥ - المخروط

- الهرم والمخروط. نحت المخروط. حساب الميل لمخروط ( المسألة  
رقم ٦٠ من بردية رند Rhind) . المخروط فى مصر القديمة وفى  
199 باقى أنحاء أفريقيا السوداء .....

## ٢٦ - المسلة

- المسلة: الكلمة وتوابعها. الهرم والمسلة. مسألة بردية أنستازى  
الأول. المسلة والثقافة الأفريقية. هندسة المسلة ونظام العالم.  
207 المصريون وقبائل الدوجون Dogon فى مالى .....



## ٢٧ - المنحدر

- أنواع المنحدرات التي افترضها علماء المصريات. الشواهد الأثرية للمنحدر. مسألة من بردية أنستازى أول Anastas-i. ظهور السلم ذى العجلات ..... 221

## ٢٨ - الأسطوانة

- الأسطوانة. مخازن الغلال والأسطوانة: ألفاظ اللغة المصرية القديمة. مخازن الغلال الأفريقية. حساب الحجم للأسطوانة (المسألة رقم ٤١ من بردية رند Rhind). الهندسة والعمارة: مقاس جذع العامود الأسطوانى ..... 227

## ٢٩ - حجم متوازي المستطيلات قائم الزاوية

- حجم متوازي المستطيلات قائم الزاوية ( المسألة رقم ٤٤ من بردية رند Rhind). حجم المكعب ..... 243

## ٣٠ - تحويل الذراع المربعة إلى جوال (khar) Sac

- الأذرع المربعة والحجم. مسألة بردية كاهون (Kiv,3col.13,14) Kahun أصالة الحس الرياضى للكاتب المصرى ..... 249

## ٣١ - حجم المخروط الناقص

- المخروط الدائرى القائم. مخروط دائرى ناقص مستقيم. الكليبسيدير Clepsydre أو الساعة المائية: اختراع مصرى. الكليبسيدير عبارة عن مخروط ناقص من الناحية الهندسية. حساب حجم المخروط الناقص: بردية أوكسيرينكوس Oxyrhynchos ، والتي تستنتج معطيات الإمبراطورية الجديدة. حجم كل وعاء على شكل مخروط ناقص. حساب سرعة الماء المنسكب من الساعة المائية (ت. بوركهارت L. Borchardt) ..... 253

## ٣٢ - مساحة نصف الكرة

- الكرة. نصف الكرة. مساحة الكرة. مساحة نصف الكرة. مفهوم الكرة. الكلمة وتوابعها فى مصر. القطاع المستوى لكرة: الكلمة المصرية. حساب السطح لنصف كرة (المسألة رقم ١٠ من بردية موسكو) ..... 261

- ٣٣- تربيع الدائرة : أرشميدس ومصر  
تربيع الدائرة. برنامج أرشميدس. مكتبة الإسكندرية. تربيع الدائرة  
في مصر ( المسألة رقم ٤٨ من بردية رند Rhind ) . تربيع الدائرة  
عند أرشميدس ..... 275
- ٣٤ - المخاريط، الكرة، الأسطوانة، أرشميدس ومصر  
المعجمية المصرية. سطح نصف الكرة. الأسطوانة المماسية للكرة  
(و.و. ستروف W.W.Struve). الأسطوانة المخروطية المرتبطة  
بالعمارة الأفريقية، منذ النوبة. الكرة داخل الأسطوانة ..... 281
- ٣٥ - أوزان الأشياء. الموازين. الرواقع والهندسة  
توازن القوى. الميزان: اختراع مصري. الوصف المصري القديم  
للميزان ( نصوص دأعمة). القياسات للأوزان في مصر القديمة.  
الأوزان المدموغة في مصر القديمة. أوزان الأكان Akan في غرب  
أفريقيا. نظرية الرافعة. الشادوف. الساقية . حامل الماء ..... 289
- ٣٦ - البنية الهندسية للعالم  
في مصر القديمة وباقي أنحاء أفريقيا السوداء. أفلاطون والنظام  
الهندسي للطبيعة. هندسة العالم المحسوس (جى.نيكود J. Nicod) .  
الهندسة والعاطفة الجمالية (ه. بيرجسون). الموتيفات الهندسية  
للزخرفة المصرية. الأعمال المستعارة للزخرفة الآشورية. الموتيفات  
الهندسية الأفريقية (أوانى Calebasses في النيجر وفي اللوجون  
العليا Haut Logone بدولة تشاد: ميدان هندسي شاسع. الوجود  
الهندسي لذلك الفن التقليدي. النظام الزخرفي لكوبا Kuba. (زائى،  
كاساي) ..... 331
- ٣٧ - الهندسة، الطبوغرافيا وفن الخرائطية  
الابتكارات المصرية - الطبوغرافيا، وفن رسم الخرائط. المساحة  
والأعمال المساحية. خرائط السماء في مصر القديمة. الخريطة  
الجغرافية المصرية القديمة: طريقة التطبيق وخطوط السير التي  
استخدمت لأول مرة. الوصف الجيولوجي على الخريطة المصرية  
القديمة للمناجم، مع الأساطير واستخدام الألوان. المراحل التاريخية  
الكبرى لفن رسم الخرائط بعد مصر القديمة. الخرائط القديمة  
لأفريقيا: في البحوث النيلية والبحيرات الكبرى الأفريقية ..... 337



## الملاحق

- ملحق ١. اشتقاق المصطلح "رياضيات". الرياضيات المثالية  
355 في مصر الفرعونية (نص مساعد) .....  
ملحق ٢. طاليس والعلم في مصر القديمة : شهادات قديمة  
363 (نصوص مساعدة) .....  
ملحق ٣. الأعداد المصرية القديمة من واقع برديات الرياضيات  
367 (المصادر الرئيسية للرياضيات المصرية) .....  
ملحق ٤. الهندسة الخاصة بالجمجمة عند قدماء المصريين  
وشعوب المانجبِتو Mangbeto في زائير.  
الهندسة والأنثروبولوجيا الطبيعية للجمجمة (قياس  
الجمجمة) .....  
373  
ملحق ٥. بعض المبتكرات الهندسية لمصر القديمة .....  
383

المفردات.

قائمة بالأشكال والصور.

بيبلوجرافيا.

فهرس أسماء الأعلام.





مصنفات معهد المصريات "الشيخ أتنا ديوب"  
الكراسة رقم ١  
علم الهندسة في مصر القديمة





## الشكل رقم ١

لوحة الغلاف: رأس مصرى من عهد الملك أخناتون (١٣٧٢ - ١٣٥٤ ق.م)،  
من الحجر الجيرى الأبيض، عثر عليها فى تل العمارنة- فيما بين الأعوام  
(١٨٩١ - ١٨٩٢)،

العالم الأثرى H. Carter، و.م.ف.بيتري W.M.F.Petrie

مجموعة University College no. 009 لندن.



ثيوفيل أوبينجا

علم الهندسة في مصر القديمة  
مساهمة أفريقيا القديمة في الرياضيات العالمية  
مع ١٩٩ شكلاً ورسماً توضيحياً

Editions L'Harmattan

5 -7 rue de l'Ecole- Polytechnique  
75005 Paris

KHEPERA

B.P.11 91192 Guf – SUR- Yvette  
France



Amonfont\Khepera لائحة الحروف الهيروغليفية

C L'Harmattan'1995

ISBN: 2-784-2977-7

C Khepera 1995

ISBN 2-909885-03-8



## إهداء خاص

أهدى هذا الجهد الأول للمعهد الأفريقى للمصريات "الشيخ أنتا ديوب  
Cheikh Anta Diop" إلى الآتى أسماؤهم:

• إلى إمحوتب Imhotep، رجل الدولة، والمعماري، والكاهن العظيم،  
والفيلسوف والكاتب، وعالم الفلك، والطبيب، ومبدع أول إنشاء صرحى حجرى فى  
تاريخ البشرية.

• إلى أحمس Ahmose، والذي نسخ منذ أربعة آلاف عام واحدة من أشهر  
برديات الرياضيات فى مصر القديمة، وبذا نقل إلينا المثل العلمية لعالم الفراعنة  
الذى مجد قدرة الحساب.

• إلى توماس فوللر Thomas Fuller (١٧١٠-١٧٩٠)، أفريقى أمريكى،  
قدم إلى الولايات المتحدة فى عام ١٧٢٤ فى الظروف الصعبة التى أحاطت بتلك  
الحقبة. وكان عبقرية رياضية فى القرن السابع عشر.

• إلى علماء الرياضيات الأفارقة المعاصرين، بمتأثرهم فى مجالات العلم  
الحديث.

وهكذا تتجاوز الفكرة المادة التى تبلى تحت وطأة خطاها نجمة على الأرض،  
وليتمدد الضياء. لتتوهج المصابيح دوماً فى محراب الأفكار.

".. كم أتاحت لنا الوثائق البابلية والمصرية القديمة أن نعلو ونبعث من  
جديد، عندما اكتُشفت فى عصرنا هذا...!! لقد وضعتنا فى خضم حضارة حافلة  
لحقبة علم حق..".



(ليون برونشفيك - مراحل فلسفة الرياضيات - باريس P.U.F. الطبعة الثالثة ١٩٤٧ - ص ٢٦).

".. من بين جميع شعوب الأرض في يومنا هذا، نجد أن الزنجي وحده هو القادر بجهوده المضنية على إقامة الدليل على تطابق حضارته مع حضارة مصر الفرعونية، بحيث يمكن لكلتا الحضارتين أن تكرر نفسها لأنظمة مرجعية متناظرة..".

الشيخ أنتا ديوب برازافيل، يوليو ١٩٩٤.

"أسبقيات الحضارات الزنجية: أسطورة أم حقيقة..؟".

باريس، الوجود الأفريقي، ١٩٦٧، ص. ١٢.

## مقدمة

هذا العمل، الكراسة رقم ١ للمعهد الأفريقي للمصريات الشيخ أنتا ديوب Cheikh Anta diop، مصمم كوسيلة تعليمية مفيدة، حيث يقدم علم الهندسة لدى المصريين القدماء في أسلوب تعليمي محكم، بدءًا من الحساب البسيط لحجم الهرم الناقص، مرورًا بمفاهيم الزاوية، عمليات التشابه والتماثل، حساب المساحات لعدة أشكال رباعية الأضلاع، تربيع الدائرة، حساب المثلثات، مساحة السطح المحدود بمنحنى ما، المستوى، مساحة القطع الناقص، حساب حجم عدة مجسمات...إلخ.

وتعتبر قيمة النسبة التقريبية  $\pi$ ، وهي تقترب كثيرًا من القيمة الحالية الآن، وتربيع الدائرة، والعامود، والمسلة، والهرم، والنسبة الذهبية، والميزان...إلخ، ابتكارات خاصة للهندسة الفرعونية.

وقد بدأ كل من طاليس، وفيثاغورث، وديموقريطس، في اكتساب معلوماتهم في الرياضيات، كل في دوره في وادي النيل عن طريق الكهنة المصريين، وذلك من واقع أقوال عديدة وشهادات لهؤلاء الفلاسفة أنفسهم.

وفي تمييزه لعقيدة المعرفة، نجد أن أفلاطون قد شدد حقا على ضرورة تكوين الروح العلمية، مع التركيز بصفة خاصة على الهندسة المستوية، والفلك، وهندسة الأجسام الصلبة، والهارمونية (الموسيقى)، وجميع العلوم التي تعتمد على أسلوب الجدل. وفي كتابه الجمهورية (VII,527 b) La Republique، عرف أفلاطون الهندسة بأنها " معرفة ما هو موجود بصفة دائمة ". وقد بحث أفلاطون طويلا في القوانين (VII,819a-d) مستندا إلى النموذج التعليمي الشامل لتعليم الرياضيات في مصر.

وأكد أرسطو في وضوح في مؤلفه "الميتافيزيقا" أن مصر وحدها هي مهد العلوم الرياضية.

وهكذا ينضم أكبر الفلاسفة اليونانيين إلى الشهادة التاريخية لهيرودوت، التي تفسر لنا أن الهندسة قد نقلت من مسقط رأسها مصر بعد ذلك إلى اليونان عن طريق الطلبة اليونانيين الذين تلقوا تعليمهم في مصر، وإلى هذا الحد كان التاريخ القديم قائما على العلاقات بين العلم المصري والعالم اليوناني.

أما اليوم، فتعمل فجوة الذاكرة الثقافية العامة على أن يظل الأفارقة يعيشون مغيبين في ظلال الشك التاريخي، ويجهلون تماما أو تقريبا، ماضيهم الحقيقي، لا يجدون حولهم سوى تفاهات مصورة لنماذج عرقية وانتصارات سطحية للتاريخ العرقي الأفريقي.

وعليه، فهناك أفريقي حقيقي يفرض نفسه، دون خوف، ودون تردد أو رجفة، وعلى نحو خاص دون تسوية. ويجب ألا تسود سوى الأعمال التي تخضع للنقد. أما النزاعات التي تنشأ عن الأحكام المسبقة المستمرة فيجب أن يتم إسقاطها نهائيا لتحرير الأرواح.

وسيجد الفلاسفة الأفريقيون في هذا الكتاب أمثلة ونماذج لاستخدام العقل والمنطق Rationalite قبل مولد العقل الهيليني بآلاف السنين (جان فرانسوا ماتى. Jean Francois Mattei) (مولد العقل في بلاد اليونان raison en Actes du Congres de Nice La Naissance de la Grece مايو ١٩٨٧ - باريس P.U.F. ١٩٩٠).

وسيجد الرياضيون الأفريقيون أيضا تحت تصرفهم مادة متسقة ومتماسكة، تتعلق بكتاب "المواد الرياضية والروح العلمية للأفريقيين القدماء

"Objets mathematique et l'esprit scientifique des africaines de l'antiquite".



وليس هناك شعب ممن يعيشون بيننا اليوم فى أى جزء من العالم يتجاهل أو يخفى ماضيه، وتاريخه، فكل الشعوب اليوم تحيا مع ذكرياتها الثقافية. ومن الضرورى والمفيد أن تعرف تاريخنا، وتطورها الثقافى، فى الزمان والمكان، وذلك لفهم وإدراك التطور المستمر للإنسانية بصفة عامة على نحو أفضل، والمشاركة أيضا فى وضوح وإحساس بالمسئولية. فالتزمت الوطنى "الشوفينية" ما هو إلا تظاهرات جهل أمام العالم تنمو كالسيقان الجذرية، ومن جهة أخرى، فالأمس مثل اليوم، وفى العصور القديمة مثل أيامنا هذه، لا يجب أن يكون العلم سوى فى خدمة ازدهار الإنسانية جمعاء، وقد أكد ذلك عالم كبير من علمائنا المحدثين قائلا: ".. إن المستوى الفعلى للأساليب الفنية، وتطور العلوم، ووفرة المواد الأولية، وإمكانات استخدام الموارد الجديدة للطاقة، قد وصلت إلى درجة كفلت معها مستوى مضمونا ومؤمنا لحياة الأمم كافة.." (فريدريك جوليو كورى Frederic Joliot-Curie، نصوص مختارة، مقدمة ل . ج. د. بيرنال j.d. Bernal - باريس - Editions Sociales - ١٩٥٩ - ص ٢٨٤).

واليوم يجب على الإنسانية أن تطور فضائل الشجاعة لديها، فضائل التضامن والمشاركة، إذا كان من الأخرى لنا أن نتكلم عن السلام والنعيم فى هذه الدنيا، مع الدعم الذى تتيحه العلوم والتعليم، فهى لم تكن أبدا حكرا على عشيرة إنسانية واحدة.


وفى جميع الأحوال، فقد كانت الرياضيات العلمية المثالية لمصر القديمة دائما نموذجا مثاليا للكمال الأخلاقى والاجتماعى، وللجمال المادى والروحى، وللإبداع الإنسانى، باسم الطاقة الإلهة الكونية، والتى أطلق عليها الفراعنة لفظ ماعت Maat الإلهة الحكمة والحقيقة.



## الخط المستقيم


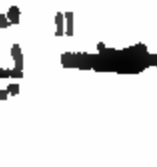
### Ligne Droite

١- الخط المستقيم: إذا كان لدينا نقطتان  $A$  و  $B$ . فلا يمكن للمرء أن يمر بينهما سوى بخط مستقيم مفرد. وهو الخط  $AB$ . والخط المستقيم غير محدد بطول معين من الجهتين. إنه يبدو في صورة خط ممدود.

وكما يقول هيرودوت: لقد نشأ ابتكار علم الهندسة، أى فن قياس الأرض Geometrie، فى مصر، حيث كانت الأرض الصالحة للزراعة (حقول الفرعون) تقسم بالتساوى بين كل المصريين (هيرودوت، II، ١٠٩)، ومن ثم نجد أن المصريين القدماء قد قاموا بمسح أراضي الحقول لأغراض الري ورسموا خطوط المحاريث باستخدام خط ممدود بطول ١٠٠ ذراع . وكان الذراع الملكى يساوى حوالى ٥٢ سم.

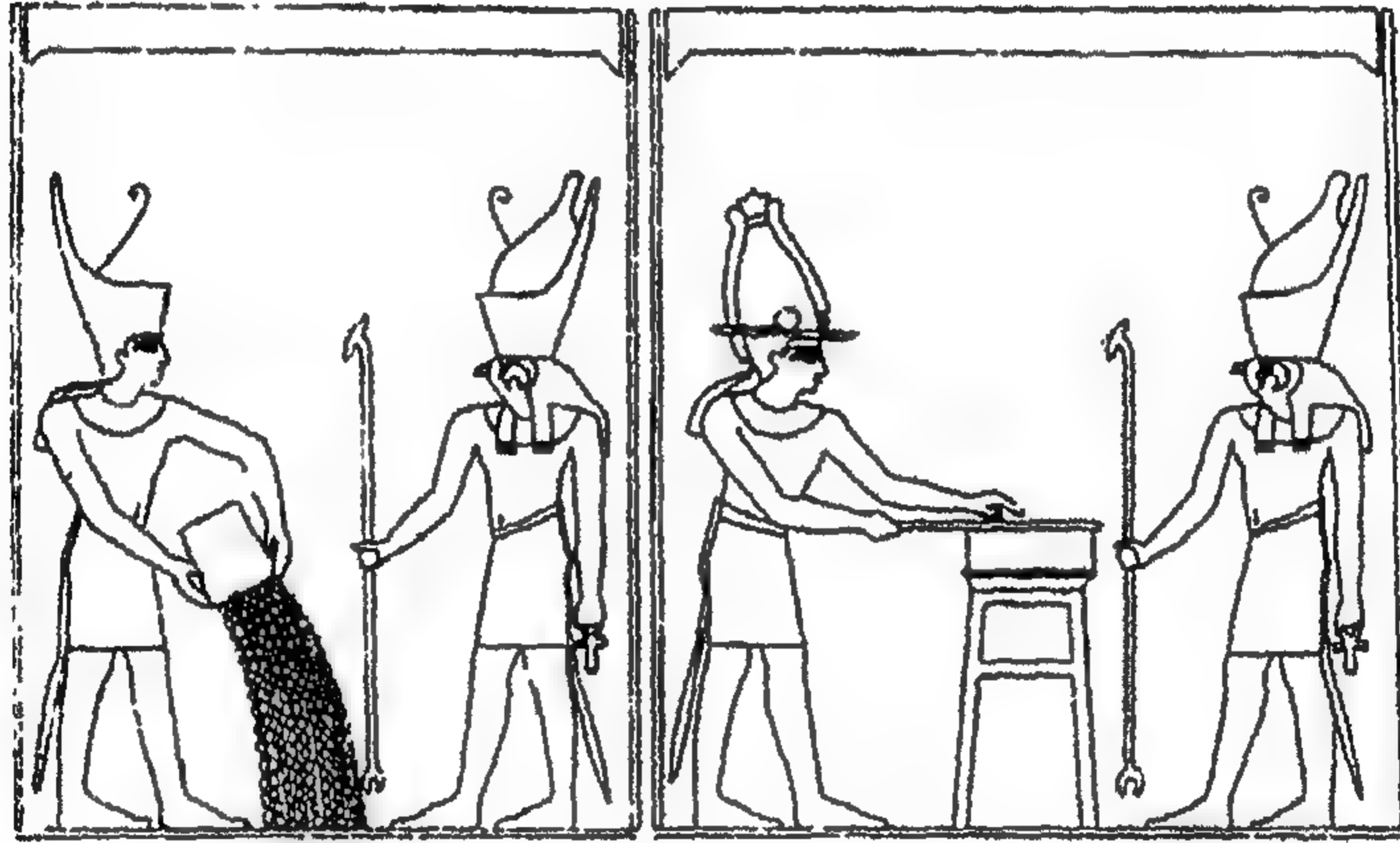
وهناك أيضا طريقة أخرى لرسم الخط المستقيم على الأرض باستخدام الأوتاد. حيث يركز العامل عينه على نقطة ما ولتكن  $A$ ، ثم يغرز وتدا  $C$ ، بحيث تكون النقطة  $C$  على الشعاع المرئى  $AB$ : وبذا يعلم الخط المستقيم  $AB$ . ولقد اعتاد (الفرعون) المصرى القديم ممارسة طريقة "الخط الممدود" بكل دقة عند تشييد قاعدة معبد ما، وذلك لإقامة الزوايا الأربع لقاعدة المبنى على أساس هندسى، وذلك بعد أن يكون قد حدد اتجاه محور البناء فلكيا. وكان مد الخط يتم بمساعدة وتدين مشدود بينهما خط.



وتعنى كلمة ، نِبا neba "الشخص أو العلم" الذى يخرسه الفرعون فى التربة (تعنى كلمة  "يُنصَّب أو يضع"). والشخص هو فى الواقع ذلك الود الذى يقيم الاتجاهات المستقيمة، ويعلم المسافات. وعملية تحديد الاتجاهات عبارة عن نصب (dw) شواخص أو أوتاد (nb3w) على مسافات معينة لتحديد اتجاه ما، أى خط مستقيم (ثيوفيل أوبينجا Theophile Obenga، "الاتجاهات الفلكية والهندسية للمباني Orientations astronomique et Geometrique des edifices"، الصفحات ٢٦٧-٢٧٤ من كتاب "الفلسفة الفرعونية La Philosophie pharaonique"، باريس - دار نشر لارماتان L'harmattan، ١٩٩٠، مع نسخ لنصوص مصرية).

وفى مصر القديمة يصادف المرء كل الحقائق الهندسية: نصف الخط المستقيم، وقطاع الخط المستقيم، والخط المتكسر أو المضلع، والخط المنحنى، وأى شكل هو عبارة عن مجموعة من النقاط والخطوط. والهندسة المصرية تتألف من أشكال يرسمها الكاتب أو الناسخ: عبارة عن مثلثات، مستطيلات، مضلعات، أسطوانات، دوائر، قطاعات ناقصة 'Ellipses، أهرامات، أشباه منحرف مربع Trapezes، ومعينات Losanges... إلخ.

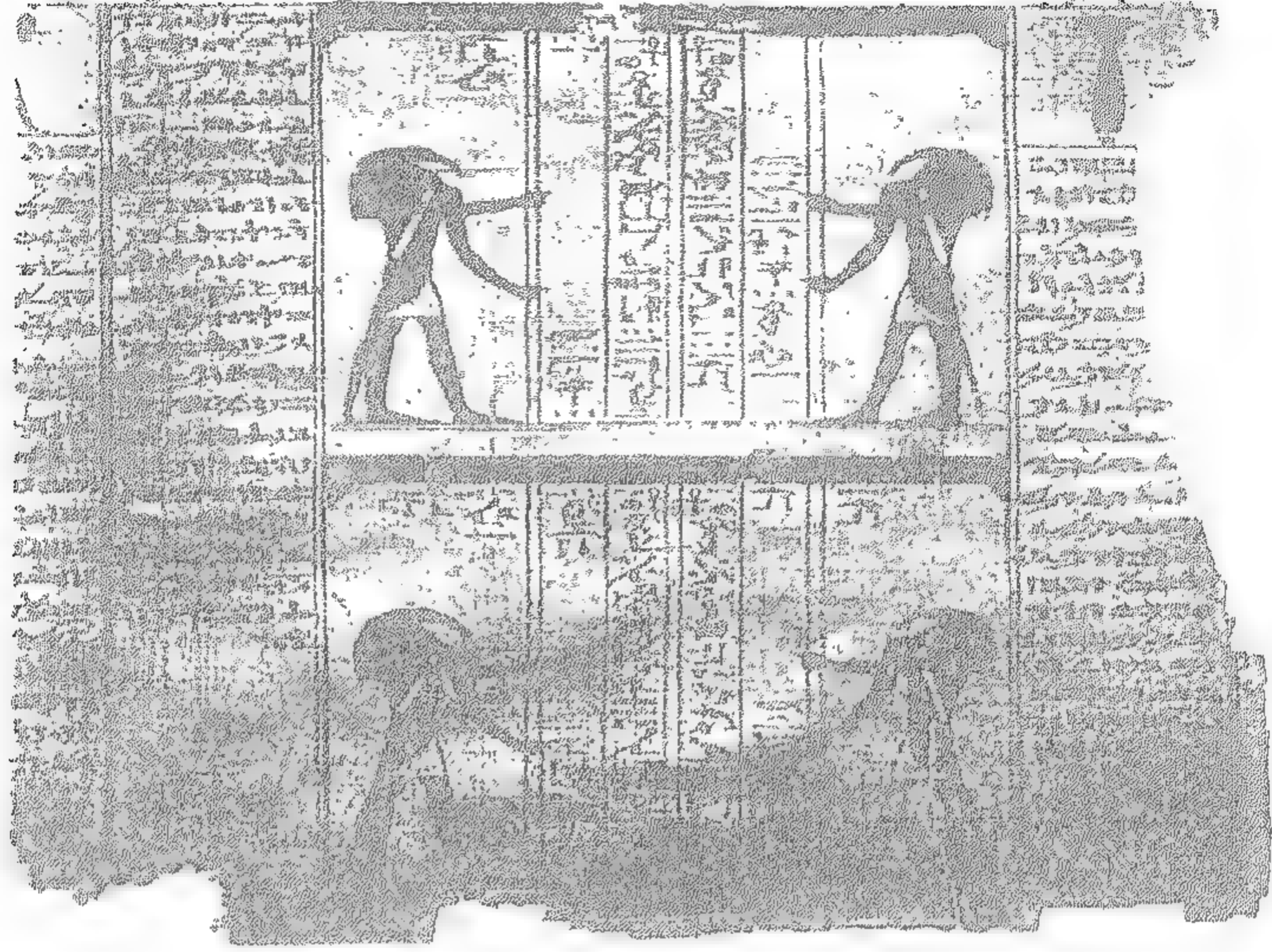
٢- قياس قطاعات الخط المستقيم. يشير قياس قطاع من خط مستقيم إلى قياس الجزء من الخط المستقيم الواقع بين نقطتين منه، أى عدد الوحدات، أو أجزاء متساوية من الوحدة، التى يحتويها. وبذا يكون العدد الناتج هو قياس القطاع.



شكل رقم ١: طقوس وضع أساس المعبد: غرس الأوتاد، لحفر التربة

رش الرمال، صب الطوب في القوالب

(عن ROCHEMONTEIX\_CHASSINAT، معبد إدفو، اللوحة XL).



شكل ٢ : بردية نحيمسوموت. زخرفة غلاف الفصل ١٦١ من كتاب الموتى.

كان نحيمسوموت كاهن أرمنت (فى مصر العليا)، الفترة الثالثة الوسطى (١٠٨٥ - ٧١٥ ق.م) - تصوير J.-L. Bovot، يخضع إطار الكتابة هنا لهندسة صارمة: فى خطوط مستقيمة ومتوازنة، كما أن الفراغ المتاح من البردية متوازن وموزع، قبل تلقى النص نفسه. إنه عمل يسبق ظهور الرسم الهندسى.

وفى الشكل رقم ١، تصور اللوحة I (أعلى إلى اليسار) أولى الشعائر الطقسية لوضع أساس أحد الصروح المعمارية المقدسة. ويتعلق الأمر هنا بعملية تثبيت الشواخص أو الأوتاد، أى مد خطوط مستقيمة عن طريق وضع تلك العلامات (أوتاد، أعلام، شواخص) لتحديد مساحة الأرض المختارة، وزوايا المبنى الأربع. وهنا يبدو الفرعون وقد ارتدى تاج أتياف atef للإله جب Geb (تحمل قمة



التاج شمسا صغيرة، وقد زينه قرنا كبش في وضع أفقى)، ويساعده الإله حورس،  
حاكم مملكة السماء والنجوم (وقد ارتدى التاج المزدوج لمصر العليا والسفلى)،  
وهنا يبدو الفرعون منهمكا فى غرس (دوى dw) الوتد أو الشاخص (neba)،  
بينما تساعده الإلهة سيشات Seshat، ربة الحساب والإنشاءات والكتابة.

ويجرى رسم الخط المستقيم على الأرض باستخدام تلك الطريقة، الأوتاد أو  
الشواخص.

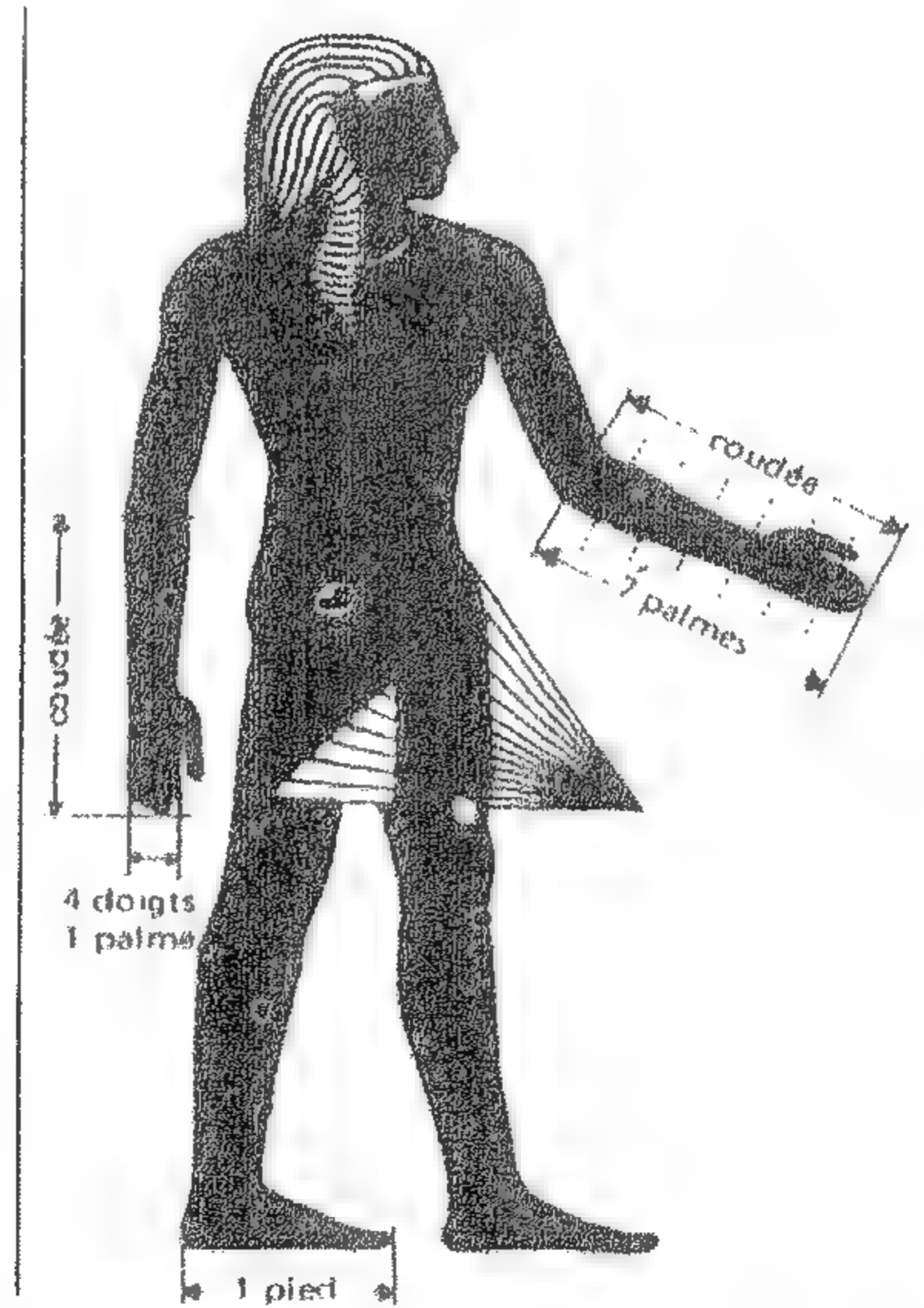


شكل رقم ٣: جدار لسور مبنى على شكل المنحنى الجيبى Sinusoidal.

والملاحظ أن ذلك الطراز من الجدران المنحنية لم يظهر فى مصر قبل  
الدولة الوسطى (٢٠٥٢ - ١٧٧٨ ق.م). ويتشكل ذلك الطراز من الجدران من  
الطوب اللبن فى سطح يتكون كلية من مسار منحنى متناوب، لإضفاء حماية  
ومقاومة كافية ضد الرمال والأتربة (Gustave Jequier "Douze ans de  
fouilles dans la necropole memphite جبانة ممفيس، جامعة نيوشاتل ١٩٤٠، ص ١٥٤ - شكل ٤٥)

كان لدى المصريين القدماء وحدات ووحدات فرعية متساوية وقومية لقياس الأطوال: فكان الذراع الملكي يبلغ طوله ٥٢ سم، والذراع الصغير ٤٥ سم. وذلك الأخير (والذى يحمل اسم ماهى mahi) يساوى ٦ أشبار (شيسيب Shesep)، ٢٤ إصبعا (دجيبو djebaou)، كما كان هناك مقياس لمضاعفات الذراع، وهو الخيت Khet، ويساوى ١٠٠ ذراع، والمقياس إيترو Itrou، والذى يساوى ٢٠٠٠٠ ذراع، حوالى ١٠,٥ كيلومتراً.

وكان الذراع الأكادى "أماتوم Ammatum" يساوى ٥٠ سم تقريباً، أى يساوى الذراع الملكى المصرى تقريباً. والذراع اليونانى بيتشوس Pechus، ويساوى ١ قدماً ونصف القدم، حوالى ٤٥ سم، أى أنه مساوٍ للذراع المصرى الصغير تقريباً. وعند قبائل الدوالا فى الكامبيرون، كان قياس الطول "ديبونجو" (dibongo بمعنى ذراع)، ويساوى ٥٠ سم تقريباً، مثل الذراع الأكادى (حوالى ٥٠ سم تقريباً)، والذراع المصرى ٥٢ سم:



شكل رقم ٤: قياسات الطول عند قدماء المصريين

∞x مه mh، ميه meh، ماهى mahi (بالقبطية): اذراع ملكى=٧

شبر=٢٨ إصبعًا

حـ

سب ssp، شيسب shesep الشبر palme

iiii

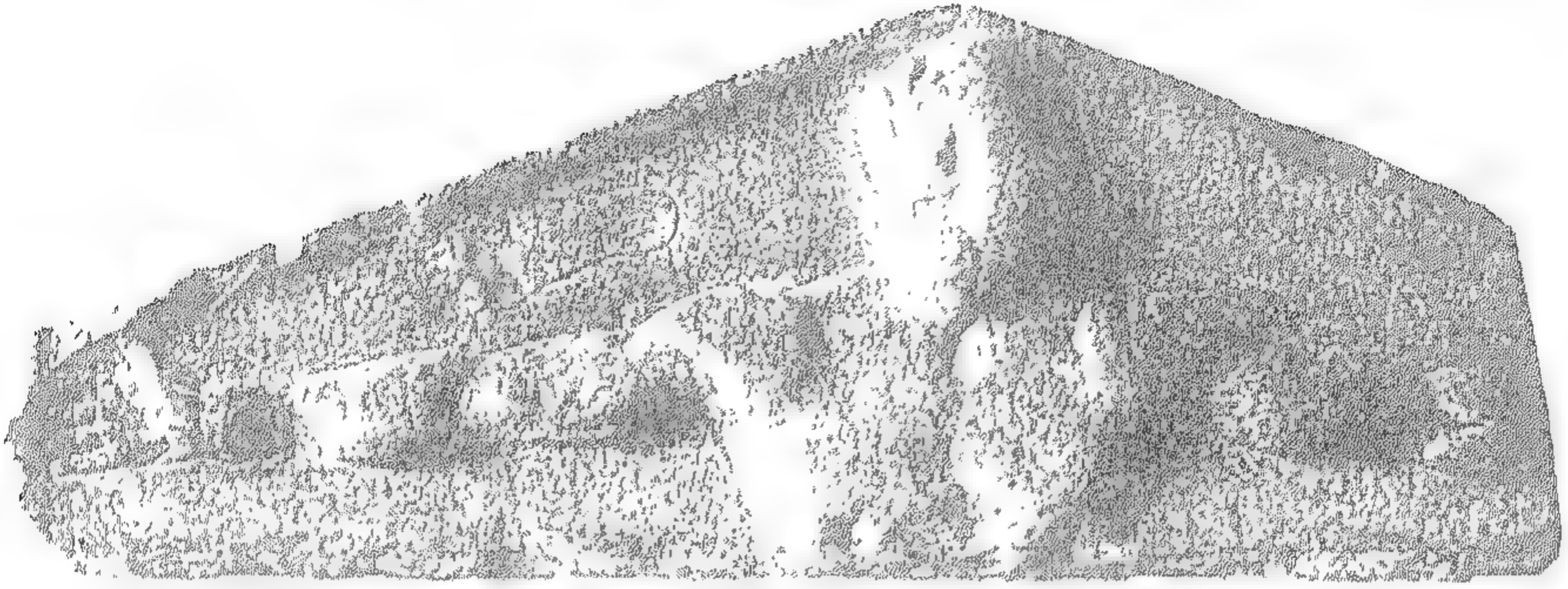
■^

دب db، دجيبا djeba: الإصبع

وكان الذراع الملكى يساوى ٥, ٥٢ سم، والذراع الصغير يساوى ٤٥ سم وبالنسبة لأعمال المساحة، فقد كان يقوم بها المساحون، وهم موظفون من ذوى المكانة، وعلى مستوى عال من التعليم، وقد تلقوا فنون الهندسة على يد ديموقريطس Democrite (المقتطف ٢٩٩)، وهؤلاء هم من يستخدمون مطمار المساح chaine d'arpenteur، وهو عبارة عن حبل بطول ١٠٠٠ اذراع، مقسم إلى عقد بينها مسافة ثابتة تساوى ذراعا (٥, ٥٢ سم)، وذلك لقياس المسافات بين مختلف حدود الحقول على سبيل المثال.

ومنذ بداية الألفية الثالثة قبل الميلاد، كان الذراع المصرى ٥٢ سم يشكل وحدة الطول، مع تقسيمه لأشبار، وأصابع، ووحدات أصغر أيضا، تناظر السنتيمتر والمليمتر وأنصاف المليمتر. والذراع الخشبية، وهى لأحد الفراعنة الذين حملوا اسم أمنحوتب فى الدولة الحديثة (١٥٦٧ - ١٠٨٥ ق.م)، بطول ٥٢,٥ متر، وهى عبارة عن مسطرة مدرجة مقسمة إلى أصابع (١٨ مم) على طول الذراع (٥٢,٥)، وتدرجات الوحدات المختلفة معلّمة بحزوز ملونة باللون الأبيض. وتلك المسطرة المدرجة موجودة الآن فى متحف تورينو (inv at. 6347)، خشب، الطول ٥٢,٥ سم، سقارة، مجموعة دروفيتى Drovetti).

ولا يزال هناك بالمتحف المصري بتورينو، ذراع ملكى يمكن طيه، وله غلاف من الجلد (inv.Cat.8391، خشب مذهب، الطول ٥٢,٥ سم ، دير المدينة، مقبرة خا Kha)، وهناك ذراع ملكى آخر من الخشب المكفّت بالذهب، وكان هدية شخصية من الفرعون أمنحتب الثانى (١٤٥٠-١٤٢٥ ق.م) إلى المعمارى خا Kha (Inv.suppl. ٨647، خشب مذهب، الطول ٥٢,٥ سم، دير المدينة، مقبرة خا).



شكل ٥: نحت بارز للمقاييس من العصر اليونانى، أكسفورد

متحف أشمول Ashmolean Museum - ٤٣٨ ق.م تقريبا.

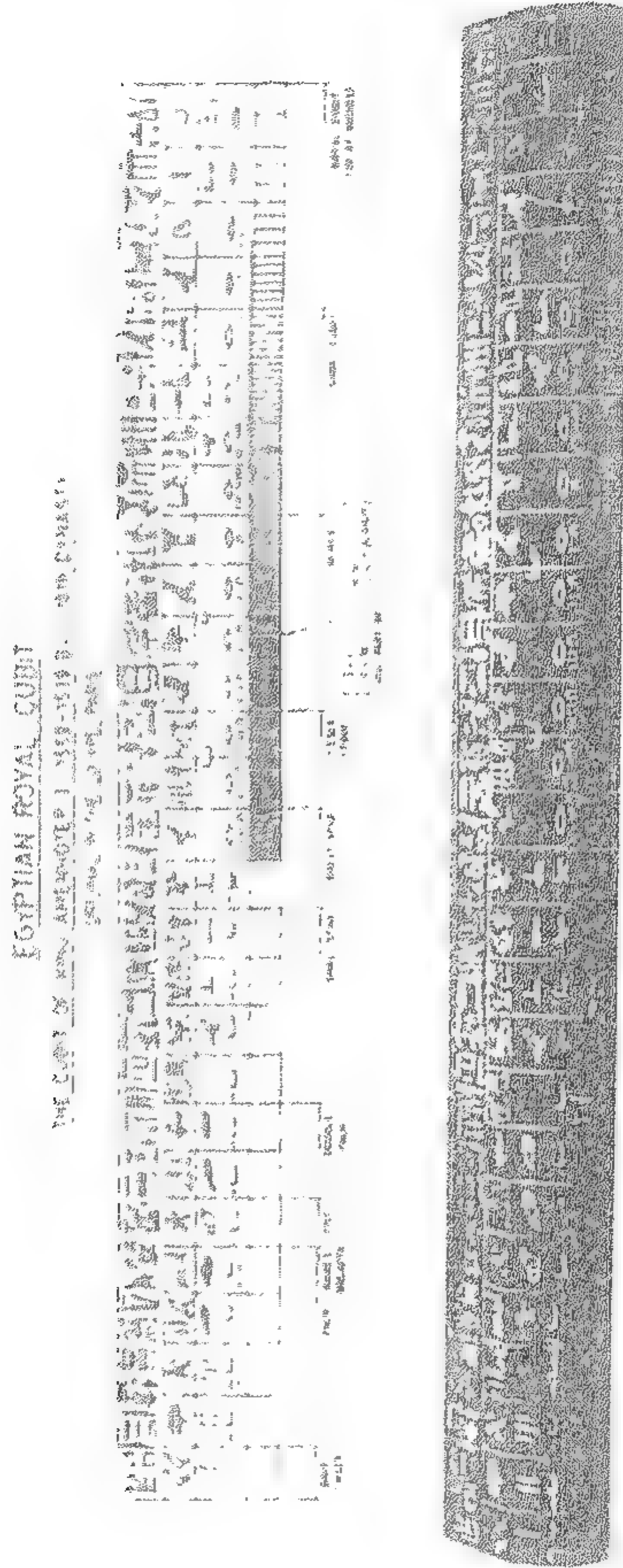
وتكشف لنا تلك الوثيقة الأثرية عن تأثير مصرى مباشر، على المستويين التشريحى أو القياسى بوجه خاص: A.Michaelis، النحت القياسى البارز بأكسفورد، "صحيفة الدراسات الهيلينية"، 350 - 335 pp. 1883, Iv.

وفى مستهل أحد كتبه، نجد بروتاجوراس Protagoras (٤٨٥-٤١١ ق.م)، وهو فيلسوف ومتصوف يونانى، يعلن قائلا "الإنسان هو مقياس كل الأشياء، سواء منها ما له وجود، أو ما ينتفى وجوده. (Sextus Empericus, contre le mathematicians) (ضد الرياضيين) .vII,60



## مقياس الذراع الملكي المصري

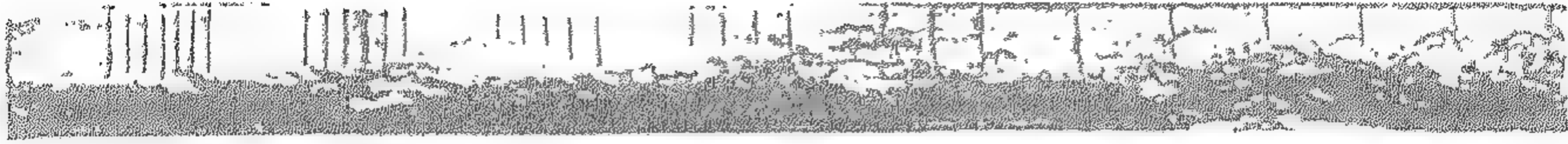
مقياس الذراع للملك أمنحتب الأول (١٥٥٩-١٥٣٩ ق.م) الأسرة السادسة عشرة  
(الأصل في متحف اللوفر - باريس).



شكل رقم ٦: التقسيم الممكن لقضيب القياس الملكي. بإذن من Mj.Puttock B.Sc. معمل التوحيد

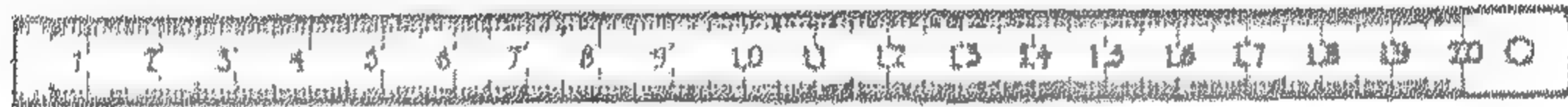
القياسي القومي C.S.I.R O، سيدني ، أستراليا.

وفى تلك المسطرة، تم تقسيم الذراع (٥٢,٥) بها إلى وحدات الإصبع (١٨ مم) ريتشارد ج. جيلينجز: الرياضيات فى زمن الفراعنة (Richard J. Gellings: Mathematics in the time of pharaohs).



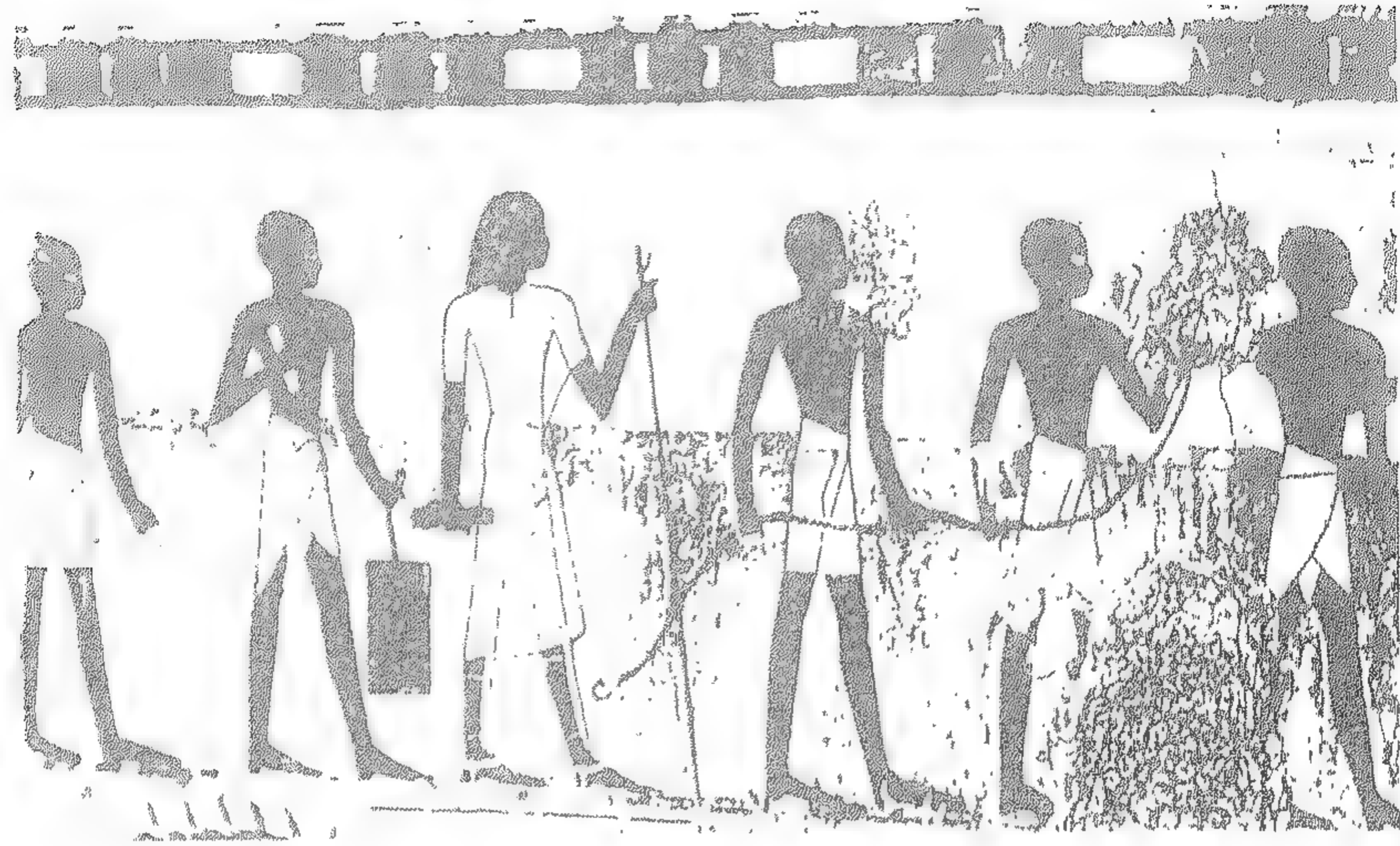
شكل ٧: مقياس الطول فى حضارة ما بين النهرين (اللوفر - باريس).

كانت القياسات الطولية فى أراضى ما بين النهرين تقوم على أساس الذراع السومرى، ويساوى ٤٩,٥ سم، وهذه المسطرة، والتي وردت إلينا من تمثال جوديا Gudea ملك لاجاش Lagash (٢١٧٠ ق.م) توضح تقسيمات مقياس الإصبع إلى اثنين وثلاثة وأربعة وخمسة وستة أقسام، وبذا فإن كل ٣٠ إصبعًا من مسطرة بطول ١,٦٥ مترًا تساوى ذراعًا واحدًا (الاسم كوس Kus فى اللغة السومرية، وأماتوم ammatum بالأكادية، أى ٤٩,٥ سم).



شكل ٨: مسطرة نجار مقسمة إلى أجزاء الإصبع.

وفى أغراض الرسم كانت تستخدم المسطرة مضاعفة السنتيمتر - double centimetre من الخشب أو من السلولويد، أو فى أعمال الورش، فكانت تستخدم مساطر من الصلب مقسمة إلى سنتيمترات، وملليمترات، وأحيانًا إلى أنصاف الملليمترات. ولقد كان الذراع المصرى سابقًا فى استخدام ذلك النوع من الأدوات (مضاعفة الديسيمتر double decimetre، والمسطرة المدرجة إلى أجزاء الملليمتر) لقياس الأطوال.



شكل ٩: عملية قياس - الدولة الحديثة (١٨٥٠ الأسرة الثامنة عشرة - ١٣٢٠). ويرى الكاتب وقد غطى صدره وأكتافه وذراعيه، وارتدى تنورة (جونلة طويلة) وانتعل صندلا. وخلفه مساعده، ويتقدمه مساحان يمسكان بالمطمار، وهو حبل بطول ١٠٠٠ ذراع به عقد (Sergio Donadoni - arte egizia الفن المصري، الناشر جوليو ايناندي Giulio Einandi - ١٩٧٥ - رسم إيضاحي رقم ١١١).

وهذا المنظر مأخوذ من مقبرة (طيبة رقم ٣٨) لمن يسمى جسر كارع نب Djesekareseneb (له القداسة وقوة الضوء (رع Ra) في اكتماله)، وكان محاسبا لمخازن الغلال (الشون) عند آمون. وفي تلك المقبرة، كانت هناك أيضا صورة للإلهة الحية رينينوت Renenoute، حامية الزروع والمحاصيل، وبالمقبرة منظر خلاب لمائدة حافلة.



شكل رقم ١٠ : كاتب ومساعدته يقومان بقياس مساحة حقل قمح لتخصيل الضرائب المستحقة. مقبرة مينا Menna (رقم ٦٩)، وكان المسئول الأعلى عن سجل المساحة - الأسرة الثامنة عشرة (حوالي ١٥٥٠ - ١٣٠٧ ق.م)، وكانت الإدارة المصرية تهتم بالإجراءات الدقيقة وتحقيق العدالة.



شكل رقم ١١ : منظر لأعمال المساحة ( الأسرة الثامنة عشرة).



طبية مقبرة شيخ عبد القرنة Cheikh Abd-el-Gournah، المقبرة رقم ٥٧  
لخيمعته Khaemhat، الكاتب الملكي، ومفتش شون الغلال لمصر العليا والسفلى  
إبان حكم أمنحتب الثالث (١٤٠٨ - ١٣٧٢ ق.م).

وكان خيمعته يقوم بمراجعة إنتاج التربة من زراعات الحبوب، والإشراف  
على مناسيب الإنتاج على مستوى الدولة كلها، أى أنه كان وزيراً للاقتصاد  
والزراعة، وكان رجلاً واسع النفوذ ويحظى بتقدير من البلاط الفرعونى، وقد قلده  
الفرعون أمنحتب الثالث قلادة ذهبية فى حضور شخصيات بارزة بالمملكة. كما  
كان خيمعته هذا خبيراً واسع الثقافة: فمقبرته لا تضم مناظر من مسيرته المهنية  
فقط، بل تحتوى على مناظر طقسية نادرة أيضاً (عبادة الشمس، الشعائر  
الأوزيرية، وصف حقول الجنة، وحجيج الروح إلى أبيدوس، وبقايات زهور تتصدر  
المكان الذى يرمز إلى الحياة فى جواهرها الثاقب بما فيها من سحر ودهشة،  
وأجواء أثيرية.. إلخ).



شكل ١٢ رقم: اللوفر E.1157

تمثال سينيموت Senemout المهندس المعماري للملكة حتشبسوت (١٥٠٤ - ١٤٨٣ ق.م)

فى هيئة مساح الأراضى، وهنا يبدو راکعاً على ركبتيه، وقد أمسك بين  
فخذه بلفة الحبل المستخدم فى عمليات المسح للمعابد الإلهية، وتستند لفة الحبل  
على دعامة يقبض عليها سينيموت بين ركبتيه، والتمثال من حجر الكوارتزيت  
بارتفاع ١٠ سم.



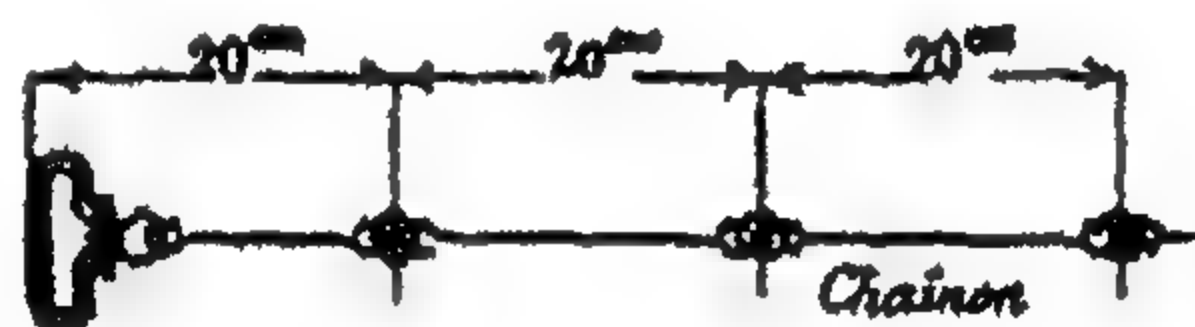
شكل ١٣: القاهرة ٧١١

بيننهرت Peninheret راکعا على ركبتيه  
في هيئة مساح الأراضي ، عصر أمنحتب الثاني  
(١٤٥٠ - ١٤٢٥ ق.م)، وهو يحمل في حجره  
كيسا لابد أنه يحتوى- طبقا لرواية بوركهارت  
Borchardt- على الأدوات الفلكية والمساحية.  
جرانيت رمادى بطول ٤٢سم.



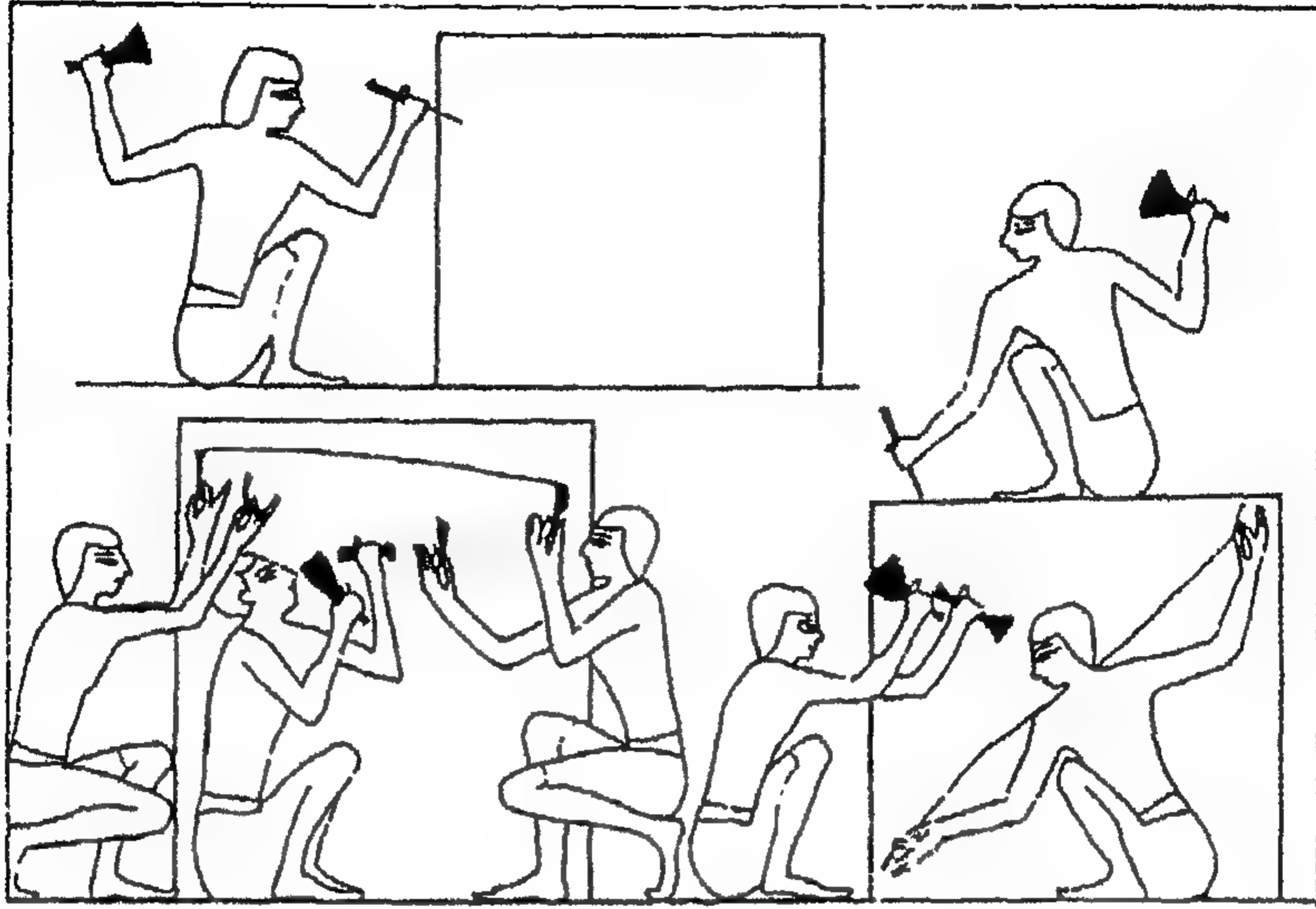
شكل رقم ١٤: القاهرة ٤٢١٢٨

تمثال أمنمحات سيرر Amenemhat  
Serer، مساح أراضى من عصر أمنحتب الثالث  
(١٤٠٨ - ١٣٧٢ ق.م). وهنا نجده لا يقبض على  
لفة الحبل بين فخذه، بل يضعها أمام ركبتيه. بينما  
تستند اللفة على رأس كبش، والذي يمسك بأطراف  
الحبل. رخام بطول ٣٣سم.



شكل رقم ١٥: سلسلة المساح

قسمت سلسلة المساح ذات الطول ١٠ أو ٢٠ متراً إلى وصلات بطول ٢٠  
سنتيمترًا يتم توصيلها ببعضها بحلقات. وهى أداة كانت تستخدم لقياس الأطوال. إن  
سلاسل المساحين الأولى فى تاريخ البشرية كانت مصرية. وبذا فمن المؤكد أن  
هندسة مسح الأراضي قد ولدت تماما فى مصر، وذلك على حد قول هيرودوت  
Herodote أبو التاريخ.



شكل رقم ١٦: نحت الأحجار بمقاييس دقيقة

ويحتل ريخمير Rekhmire أو ريخميرا Rekhmira، "ذلك الذي عرف كالضوء"، المقبرة رقم ١٠٠ (طيبة، شيخ عبد القرنة Chiekh Abd el - gournah)، وكان رئيسا للوزراء (Vizir)، وحاكما لطيبة، تحت حكم أمنحتب الثالث (١٤٠٨-١٣٧٢ ق.م). وتضم مقبرته معلومات غزيرة وإرشادات حول موضوعات تتعلق بالحرف الرئيسية: النحت، البناء، النجارة الصياغة، الصباغة، تصنيع الطوب، وقطع الحجارة،.. إلخ. وتكشف لنا قطعة الحجر المنحوتة، منذ عصر البدائيين الأفارقة Australopithec africains (أول من استخدم النار والحجر) عن فكرة وتصور رائد، وعن ذكاء إنسانى: وهذا هو الفرق تماما بين المعمارى والنحلة. إن الفكرة الهندسية هنا تتبدى لنا لكى يتم الحصول على الحجر المنحوت طبقا لمقاييس معينة ودقيقة، ولكى تؤدي وظيفة ليست أقل دقة وإحكاما. والنحلة "تجريبية Empirique" بطبيعتها (لا تعرف سوى التجربة والاختبار والملاحظة)، أما المعمارى فهو "مثالى Idealste" فى تفكيره (يسعى دوما خلف تصور ذهنى

بمساعدة الخيال).. وشعار المعمارى هو "الفكرة قبل كل شىء". وتلك الفكرة هندسية فى معناها الواسع. ولقد كان حبل القياس والمسطرة المدرجة هما الأدوات الرئيسيتان المستخدمتان فى مصر القديمة لقياس الأطوال، وظهور المسطرة المدرجة لا يعنى سوى أن المصريين كانوا يعرفون السمات الرياضية الأساسية للخط المستقيم، والذى تقول بأن الخط المستقيم هو أقصر مسار بين نقطتين.



## II

### محيط الدائرة

### Circonférence




#### محيط الدائرة

١ - السطح المستوي: لقد أوحى سطح الطبقة المائية الساكنة، بفكرة المستوى أو السطح المستوي. والحرف الهيروغليفى رقم ٣٧، من قائمة جاردنر Gardiner، والذي يمثل بركة أو مستنقعا، هو فى الواقع مساحة من الماء الساكن، سطح مستوي، وأحيانا ما يكون الماء مبيّنا بوضوح (رقم ٢٩).

وفى الواقع، فإن الحرف الهيروغليفى (رقم ٣٧) يمثل رقعة من مستوى، حيث إن البركة محددة من جميع الجهات.

وأى قطعة مفرودة من ورق البردى هى بالمثل رقعة من مستوى. والشكل يكون مسطحا plane عندما يكون موضوعا فى مستوى plan. وما الأشكال التى رسمها الرياضيون المصريون القدماء على ورق البردى إلا أشكال هندسية مستوية.

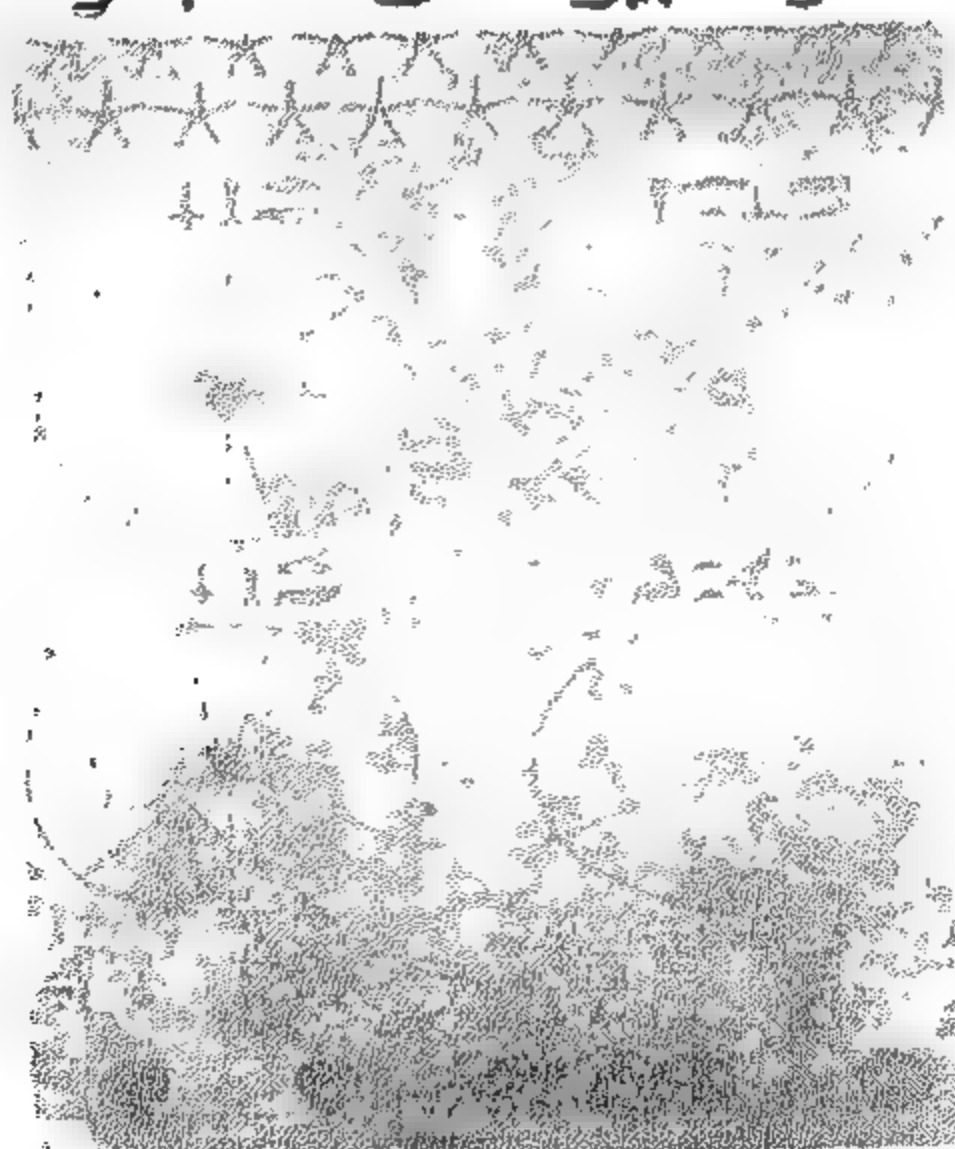
٢ - محيط الدائرة : محيط الدائرة عبارة عن خط منحنى مقفل ينتمى لمستوى تكون جميع النقط فيه على مسافة متساوية من نقطة ثابتة. وما الدائرة إلا قطعة من مستوى داخلى لمحيط ما.

وتظهر لنا تفصيلا من السقف الفلكي المرسوم فى مقبرة سيننموت Senenmout (الأسرة الثامنة عشرة، إبان حكم حتشبسوت حوالى ١٤٩٠-١٤٧٠ ق.م) أربعة محيطات تمثل شهور السنة القمرية. ويظهر بوضوح مركز كل محيط. وكل محيط مقسم إلى ٢٤ جزءا أو أقطار. وحسب اللغة الرياضية المصرية القديمة، كان يقال للمحيط  شينو shenou، والقطر  شاعت shaat، أما نصف القطر فكان يقال له  تب-ر tp-r.

٤ - رسم المحيط: ولكى يتم رسم محيط على الأرض، يمكن استخدام وتدين مثبتتين فى طرفى حبل: ويتم غرس أحد التودين فى الأرض، بينما يتحرك الآخر بحيث يظل الحبل مشدودا، والنقط التى يمر بها التود المتحرك سترسم محيطا لدائرة.

ومن جهة أخرى، يستخدم المرء الفرجار لرسم محيط الدائرة: سواء فرجار الرسام الهندسى على الورق، أم فرجار البراد الميكانيكى فى أى ورشة، أم فرجار بوصلة تطويل لرسم المحيطات من ذوات أنصاف الأقطار الكبيرة.

وقد تنتابنا الدهشة، ونحن نتساءل عن الكيفية التى رسمت بها أقطار الدوائر بذلك القدر من الدقة والاكتمال، على سقف مقبرة سينيموت، ذلك المسئول الكبير والمعمارى، والذي كان له حظوة كبيرة لدى حتشبسوت!!!؟؟



شكل رقم ١٧: تفصيل من السقف الفلكي لمقبرة سينيموت، معمارى الملكة حتشبسوت (١٥٠٤-١٤٨٣ ق.م).

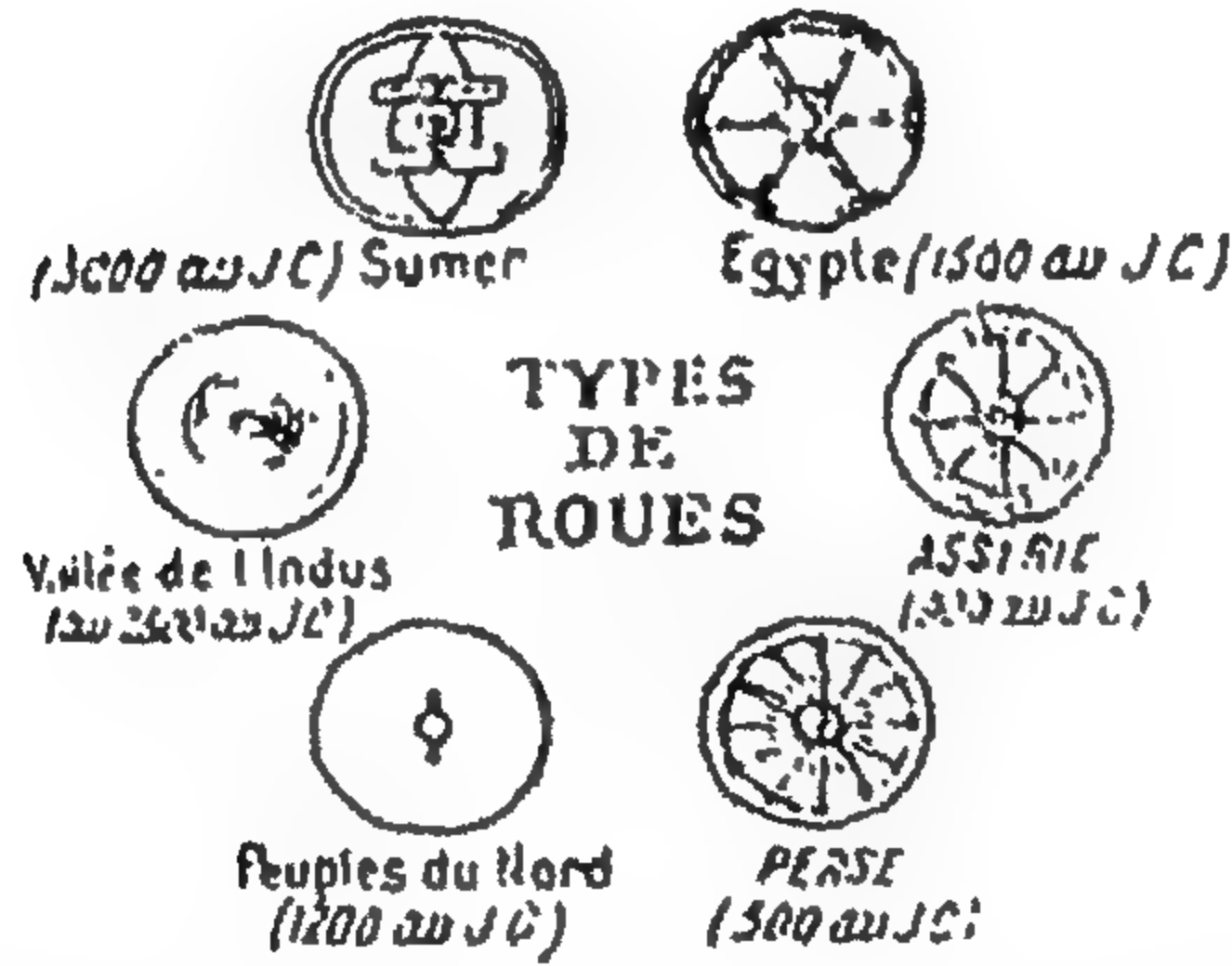
هذه هي الإجابة، وتأتى على لسان هـ. بك H. Peck، وكان أميناً لمعهد الفن فى مدينة ديترويت، وشارك فى عدة بعثات تنقيب عن الآثار فى مصر: "... من الناحية الفنية، فقد تطلب رسمهم (المحيطات فى مقبرة سيننموت) استخدام فرجار (ربما كان حبلاً)، لتحديد مساحاتها، وقد بدأ الرسام عمله بتقسيم المساحة المتاحة إلى أربعة أقسام متساوية، ثم قسم كلا منها إلى أربعة وعشرين قطاعاً..." (وليم هـ. بك William H. Peck، الرسومات عند قدماء المصريين Dessins Egyptiens مترجم الإنجليزية، باريس هيرمان Paris, Hermann ١٩٨٠، ص ١٣٢).

إن المصريين القدماء كانوا هم من قاموا برسم محيط الدائرة باستخدام الفرجار، على هذا النحو من الاكتمال، وكانت لديهم معرفة بالنقاط والخطوط الحاكمة، واللافتة للنظر: فمحيط الدائرة عبارة عن شكل مستو، منحني ومقفل، والنقط على المحيط تكون على مسافات متساوية من نقطة ثابتة تسمى المركز، ويسمى الخط الواصل بين أى نقطة على المحيط وذلك المركز بنصف القطر، والقطر يساوى ضعف نصف القطر، لأنه عبارة عن حبل يمر بالمركز ويصل بين نقطتين على المحيط. لقد مكنت تلك المعرفة المكتملة بمحيط الدائرة الرياضيين المصريين من حساب مساحة الدائرة بطريقة مبتكرة تماماً، وفى منتهى الدقة بإدخال القطر فى حساباتهم.

ويمثل الشكل ١٧ أربعة أشهر، متضمنة ما بين الخامس إلى الثامن، من السنة القمرية، والتى تتناظر الموسم المصرى الثانى والدائرة مقسمة إلى ٢٤ قسماً، تصور أيام الأعياد الاثني عشر لكل شهر. والهندسة والفلك هنا تربطهما وشائج قوية: فرسم الدوائر يتطلب فرجاراً يحدد المساحات، ويفصلها إلى أربعة أجزاء و ٢٤ قطاعاً.



شكل رقم ١٨: صناعة العجلات (الأسرة الثامنة عشرة: ١٥٨٠-١٣٢٠ ق.م) مقبرة مينخ حيرسونب Menkheperresoneb. طيبة (رقم ٨٦) والعجلة (روتا rota باللاتينية) عبارة عن أداة مستوية ذات شكل دائري، تدور حول محور يمر بمركزها سيرجيو دونادوني Sergio Donadoni ، الفن المصري Arte egizia، المحرر تورين جز إينودي Turin G. Einaudi ١٩٧٥، الرسم الإيضاحي ١١٢.



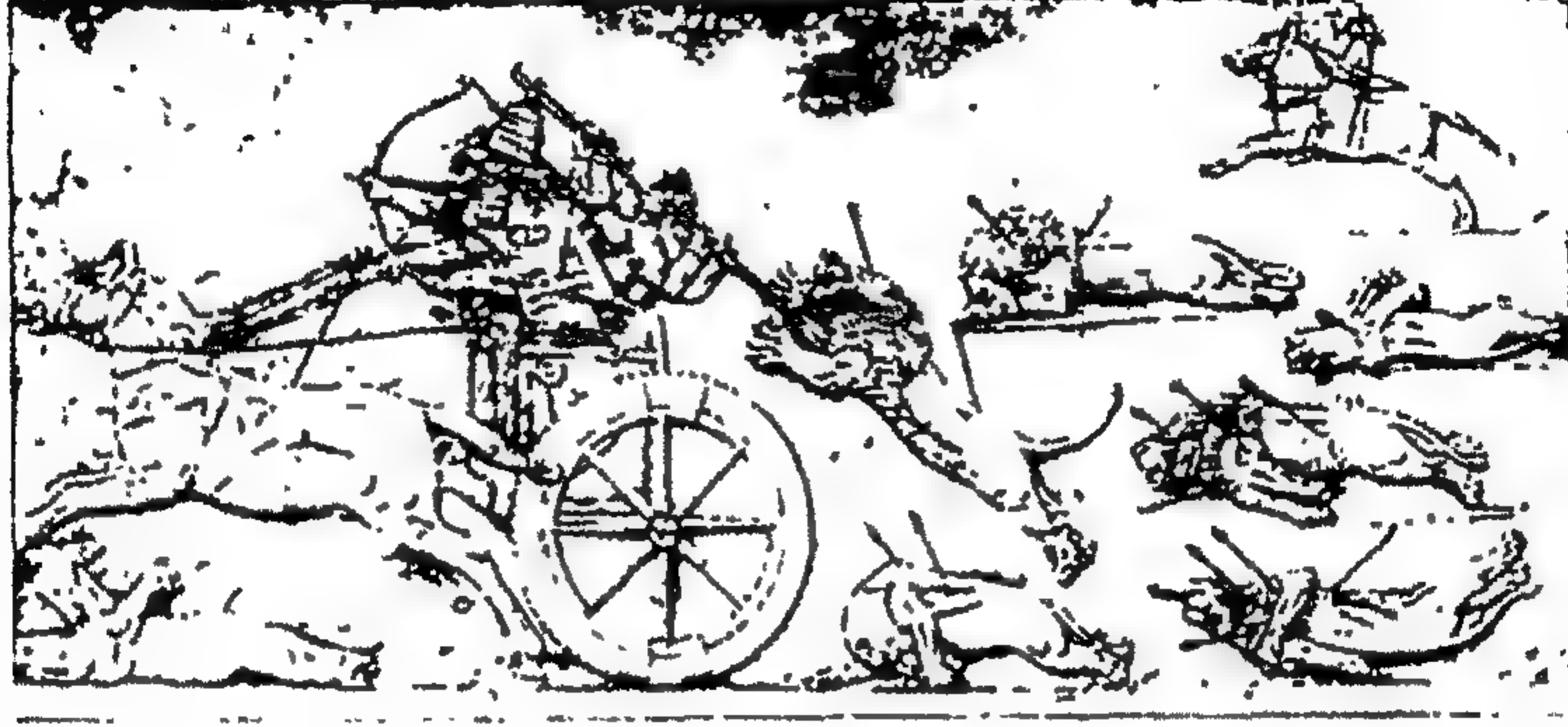
شكل رقم ١٩: أنواع العجلات في مصر القديمة، وفي الحضارات القديمة لمنطقة الشرق الأوسط (آشور، وادي الهندوس آشور، الفرس، الشعوب الهند وأوروبية في الشمال) وكانت.العجلات موجودة في مصر ومستخدمة منذ الدولة القديمة، كما أنها ابتكرت في مصر أيضا (حوالي ٢٧٨٠ ق.م).



المصدر: جيمس هنرى بريستد James Henry Breasted

الغزو الحضارى La Conquete de la Civilisation

باريس، بايو Payot، ١٩٤٥، ص. ٥٤.



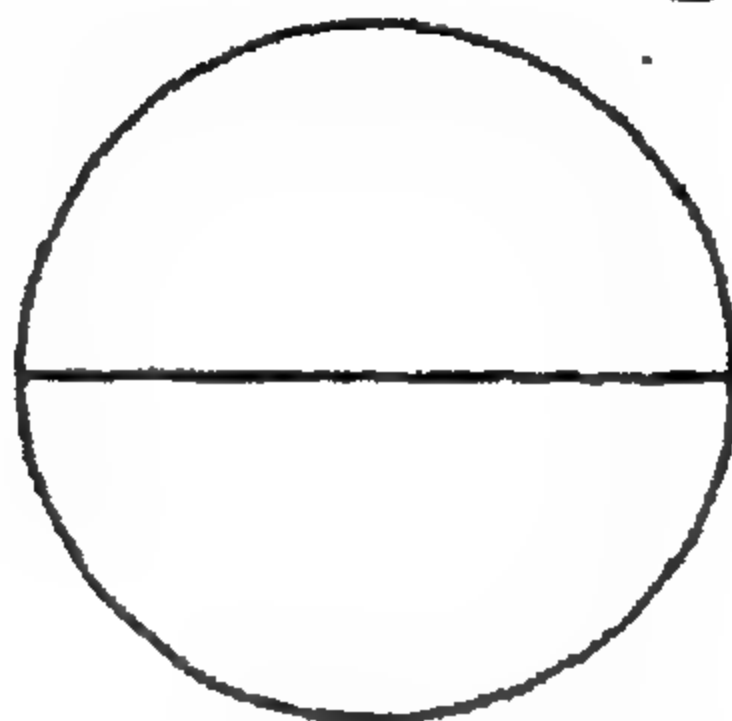
شكل ٢٠: نحت غائر من الحضارة الآشورية فى مدينة كواجونديك Koioundjik المتحف البريطانى، لندن.



شكل ٢١: رمسيس الثانى، يصحبه أولاده يهاجم إحدى القلاع الآشورية

فى شكل ٢٠، يمثل النحت الآشورى الغائر منظرا للصيد والقنص. ولقد كانت فترة الفن الآشورى قصيرة نوعا ما، وامتدت من القرن التاسع إلى القرن الثانى عشر قبل الميلاد. لاحظ العجلة الآشورية: فالجنط Jante (الإطار الخارجى

للعجلة يتصل بالصرة Moyeu (الجزء المركزي للعجلة) عن طريق جزء بسيط له ثمانية أذرع (أنصاف أقطار). أما في شكل ٢١، فيمثل النحت المصري الغائر رمسيس الثاني (١٣١١ - ١٢٣٥ ق.م) في عربته الحربية. وإذا ما لاحظت العجلة المصرية ستجد أن الأذرع التي تربط الصرة بالجنت عددتها ستة فقط.



شكل ٢٢: ربما يكون طاليس (حوالي ٦٤٠ - حوالي ٥٤٦ ق.م) مؤسس الهندسة اليونانية هو الذي صاغ ذلك الفرض "كل قطر يقسم الدائرة إلى قسمين".

ويقر موريس كانتور Maurice Cantor، الذي اشتهر ببحوثه في التاريخ الرياضي (Vorlesungen über die Geschichte der Mathematik - محاضرات عن تاريخ الرياضيات - المجلد الأول - ليبسيغ ١٨٨٠) أن طاليس قد استقى ذلك الفرض في مصر حيث كانت الدوائر تقسم إلى قطاعات متساوية عند العمل في الشواهد المعمارية (الرسومات الفلكية في مقبرة سينيموت، وذلك قبل ميلاد طاليس بألف عام). ولا ينكر المؤرخ الأكثر شهرة في مجال الرياضيات اليونانية، السير توماس ت. هيث Sir Thomas L. Heath الشروح التي قدمها كانتور: (ت.ل. هيث History of Greek Mathematics, Vol. I, from Thales to Euclid - تاريخ الرياضيات اليونانية، المجلد ١، من طاليس حتى إقليدس، منشورات Dover، ١٩٨١، ص ١٣١، الطبعة الأولى، أكسفورد، مطبعة كلاريندون Clarendon، ١٩٢١).


### III

#### الزوايا

#### Les angles


١- الزاوية: هي شكل يتكون من جزئين من خطين مستقيمين يشتركان في نقطة المنشأ: وجزءا المستقيمين هما ضلعا الزاوية، أما البداية المشتركة للضلعين فهي رأسها أو قمتهما.

والزاوية المستوية أو المسطحة هي زاوية يكون ضلعاها على امتداد واحد.


والفكرة الهندسية للزاوية كانت معروفة بوضوح في مصر القديمة. وفي طقوس "شد خيط المساحة" عند وضع أساس معبد ما، كان الفرعون يعطي عناية كبيرة لإرساء الزوايا الأربع للمعبد جغرافيا، والكلمة المصرية القديمة التي تعنى الزاوية هي  هس hss، خيسيس kheses. والعلامة رقم 038 في قائمة جاردنر تشير إلى زاوية جدار.

والرامسيوم، "معبد ملايين السنين" لرمسيس الثاني (١٣٠١ - ١٢٣٥ ق.م) عبارة عن مستطيل مساحته ٢٦٠ × ١٧٠ مترا مربعا يضم هيكلًا صرحيًا للمدخل، وفناء دائريًا، ثم هيكلًا ثانيًا، وفناء ثانيًا، ثم بهو أعمدة، وثلاث صالات صغيرة بها صف من أربعة أعمدة، وقدس الأقداس، وهو مصلى ذو أربعة أعمدة.

والمستطيل هو متوازي أضلاع تكون زواياه قائمة. وفي المستطيل تكون الزوايا قائمة والقطران diagonales متساويين.

وتعنى الكلمة المصرية القديمة  كنبت knbt، وكينبييت qenebet أيضا زاوية قائمة، مما يعنى أن قمة المبنى المكون من جدارين (جزئين من مستقيم) يكون لهما نفس المنشأ.

والفناء الكبير الموجود فى ذلك المعبد العظيم لرمسيس الثالث (١١٩٨-١١٦٦ ق.م.) فى مدينة هابو على شكل مربع تقريبا طوله ٣٤ مترا وعرضه ٣٢ مترا، أى متوازى أضلاع له زاوية قائمة محصورة بين ضلعين متساويين. وتكون الزاوية حادة عندما تكون أصغر من الزاوية القائمة.

وقد أطلق مهندسو المساحة المصريون على زاوية ميل الهرم لفظ  إسكد، وسيكيد seqed. ولقد كان اختيار زاوية الميل عملية أولية فى إنشاء المباني ذات الفورم الهندسى البحت مثل الهرم. وهى زاوية الميل التى تحكم النسب، وبالتالى المنظر الجانبي profil، والصورة الظلية silhouette نفسها للصرح المعماري الهرمى.

٢- الزوايا القائمة ومثلث المساح (الكوس equerre): إذا تعامدت زاويتان قائمتان، فإن الأربع زوايا التى تتكون ستكون هى الأخرى قائمة. ويستخدم المرء مثلث المساح (الكوس) لرسم المتعامدات، أى لرسم الزوايا القائمة هندسيا، ولذا كانت هناك عدة أنواع من ذلك الكوس قيد الاستخدام: كوس البراد أو الخراط، كوس ذو قلنسوة، كوس النجار، كوس الزاوية، كوس المساح، وكوس ذو مزلاق لقياس الأقطار.

وقد استخدم المصريون القدماء كوس البناء. ويوجد ميزان استواء فى شكل كوس يخص سينيد جم Sennedjem، وكان الفنى المسئول عن المقبرة الملكية فى طيبة إبان الدولة الحديثة (١٥٦٧-١٠٨٥ ق.م). وتلك الأداة الدقيقة موجودة الآن بالمتحف المصرى فى القاهرة (رقم ٢٧٢٥٨). وكانت الأبنية المصرية بزاوية قائمة. ومن المثير للدهشة أن مسطح المعبد الضخم لسيتى الأول Sethi I (١٣١٢-١٣٠٠ ق.م)، فى أبيدوس يماثل مثلثا قائم الزاوية.

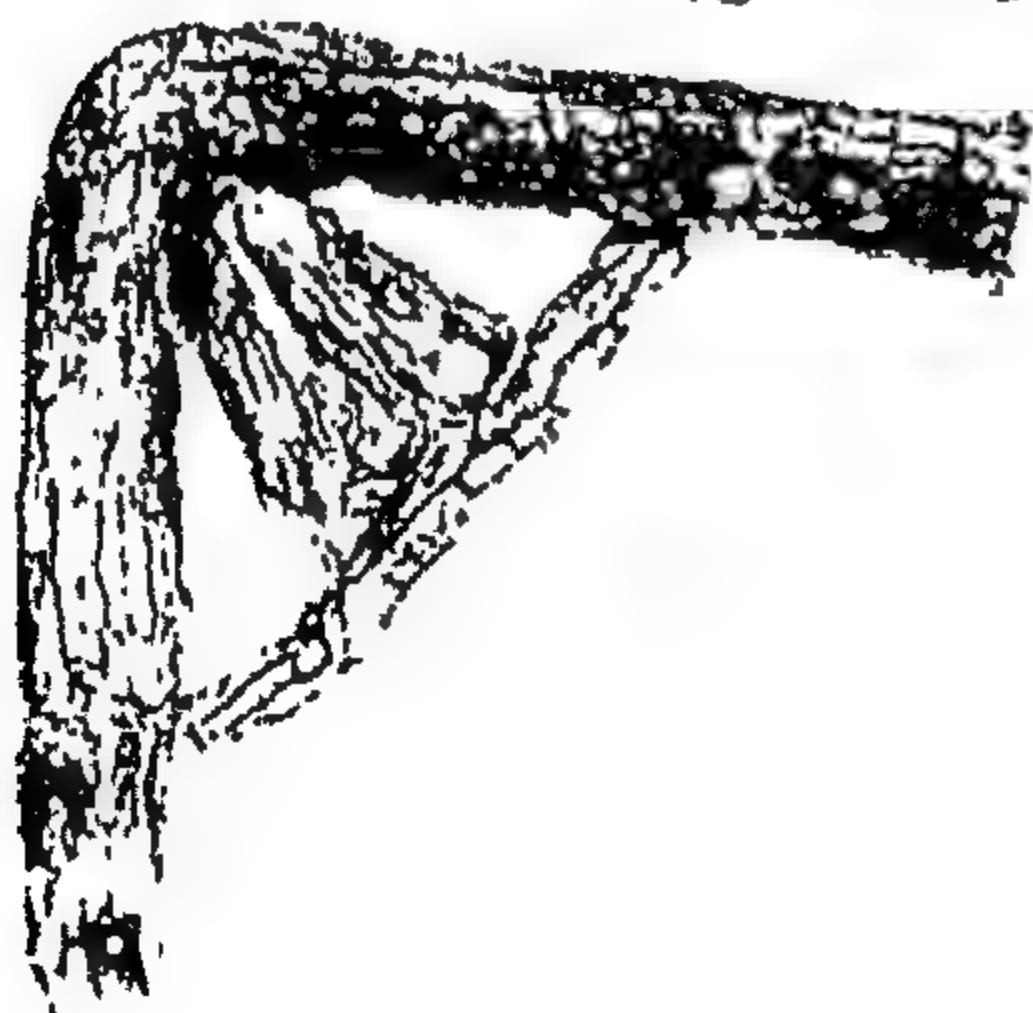


وإذا ما عدنا أدرأنا لكوس سينيد جيم،، ذلك المصنوع من ثلاث مساطر خشبية مجمعة، وهناك ثقب فى الزاوية يسمح بتعليق خيط فى طرفه ثقل رصاص، وعلى منتصف القضيب المستعرض تم رسم علامات محفورة على الوجه والظهر، وأيضا على الخط القطرى للزاوية الكبرى. وتلك الأداة الهندسية مكتملة سواء فى تصورها أم فى تصنيعها.

والخيط ذو الثقل الرصاص هو محور تماثل يقسم الأداة إلى مثلثين قائمى الزاوية يساويان المثلث الذى كونته الثلاث مساطر الخشبية المجمعة،، أما الثقب فهو نقطة على عامود المنتصف القائم من المسطرة العرضية، والتى يمر بها ذلك الخيط.

وإذا ما كانت هناك نقطة ما على العامود القائم من منتصف أى قطع segment، فلا بد أن تكون على مسافة متساوية من الطرفين، وبذا يكون الثقب النافذ هو الآخر على مسافة متساوية من طرفى تلك المسطرة.

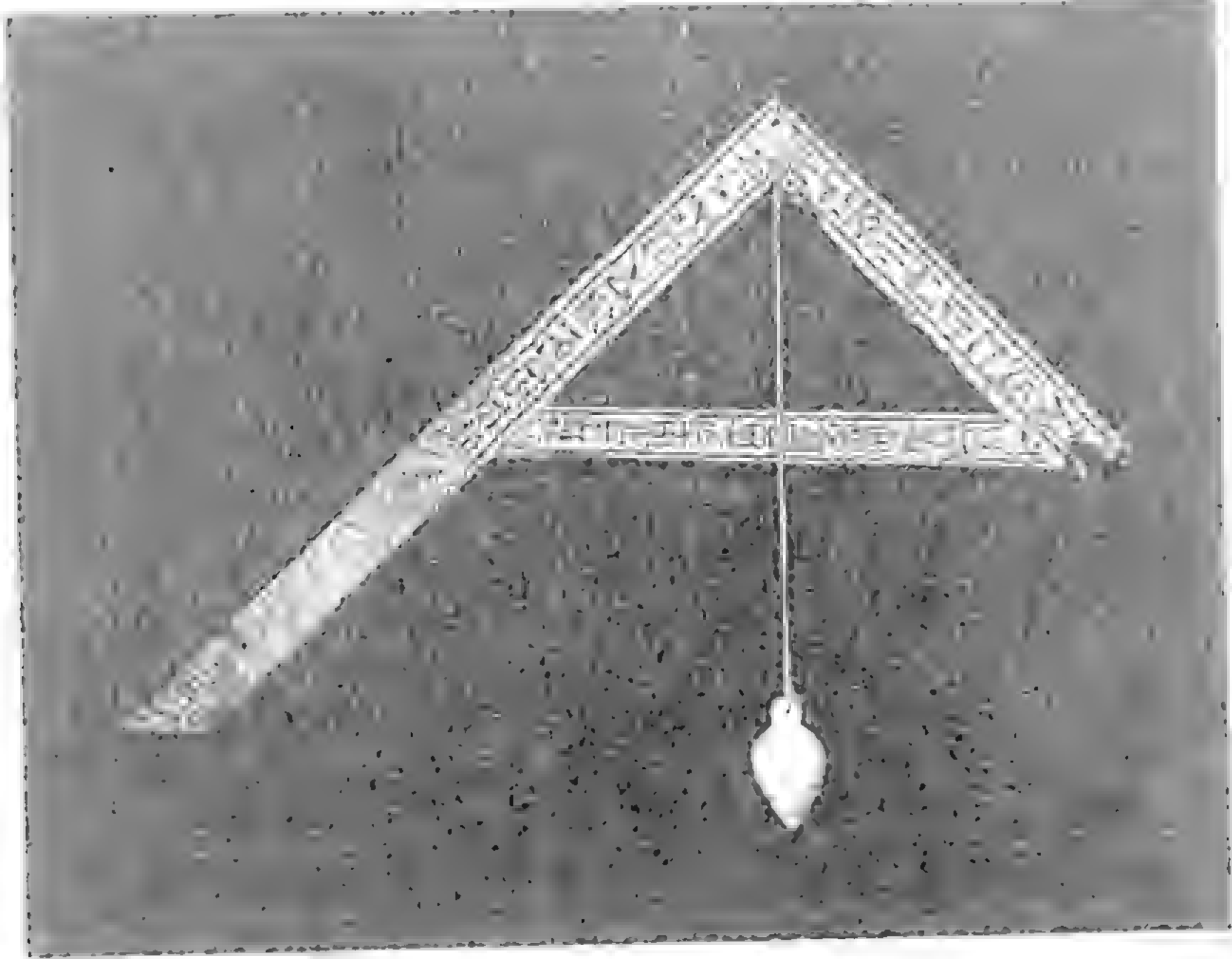
إن تصنيع أداة علمية دقيقة، مثل تلك التى كان يستخدمها سينيد جيم، لم يكن أمرا وليد المصادفة؛ فمن الضرورى لصانع أداة كهذه أن يمتلك معرفة وأفكارا حول موضوعات التماثل بالنسبة للخط المستقيم، والعامود القائم من منتصف القطع، والمثلث متساوى الساقين (والذى به محور تماثل)، والعامود القائم بين مثلثين متساويين قائمى الزاوية. من الصعب تماما تصنيع أداة كوس للزاويا القائمة، بها كل الخواص المطلوبة، وبمثل ذلك التميز، من خلال الممارسة العملية والتجربة والخطأ، أو من خلال هواجس وأحلام يقظة فكرية.



شكل ٢٣: مثعب siphon من المعدن للبيرة بارتفاع ١٠ سم

المتحف البريطانى (رقم 55.148).

كانت تلك الأنبوبة مستخدمة في نقل البيرة بعد تخمرها، من مستوى ما إلى مستوى آخر أدنى منه، وذلك بعد وضعها في مستوى أعلى أولاً، وينتقل السائل من دن التخمر الكبير إلى جرار بيرة الاستهلاك، وكانت البيرة هي المشروب القومي في مصر القديمة. واللافت للنظر هنا هو ذلك التنوع في زاوية المثعب في مجالات الكيمياء، والتكنة له حياء، الهندسة.

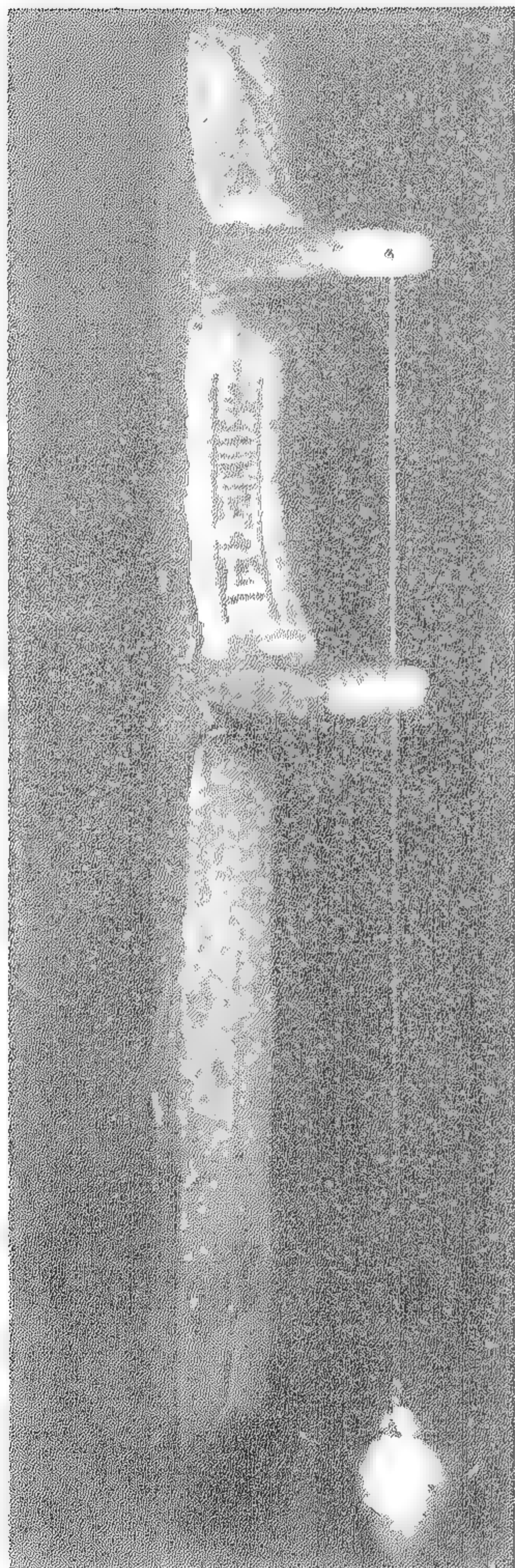


شكل ٢٤: كوس الزاوية القائمة الذي كان يستخدمه سينيدجيم

المتحف المصري بالقاهرة (رقم 27.258)

وتلك الأداة الدقيقة، والتي كانت نتيج التحقق من أفقية الأسطح، عثر عليها في مقبرة سينيدجيم (رقم ١) غرب طيبة، دير المدينة، ويرجع تاريخها للنصف الأول من فترة حكم رمسيس الثاني (١٣٠١-١٢٣٥ ق.م). ومقاساتها على النحو التالي: طول الضلع السليم ٣٦,٦ سم، طول الضلع المكسور ٢٠,٣ سم، وطول

القضيب المستعرض عند القاعدة ٥,٣ سم. والخشب مطلى، والثقل من الحجر الجيرى (أما الخيط فموضوع حديثاً). والقاعدة مطلية باللون الأصفر، أما الخطوط المحيطة بالنص (ابتهالات للإله بتاح، ورع - حوراختى Horakhty - توم Toum) فهي باللون الأحمر، والكتابة الهيروغليفية بالأزرق، ومن الواضح أنها لقيت عناية فائقة عند تصنيعها، ومن ثم فهي تعد من النفائس.



شكل ٢٥: أداة الخيط بالثقل الرصاص الخاص بسينيد جيم،  
متحف القاهرة (no. 27.260).

ولابد أن سينيد جيم كان مهندساً بارعاً، وقد عثر على تلك الكلمات محفورة على غطاء موميائه "خادم في محراب الحقيقة غرب طيبة..".

ويبين شكل ٢٥ أداة الخيط بالثقل الرصاص متقنة الصنع، تتكون من لوحة خشبية ضيقة ومنقوبة من أعلاها حيث مثبت بها لوحان متوازيان. ويمر الخيط ذو الثقل الرصاصى عرضياً باللوح المنقوب ثم يهتز حراً بعد ذلك. أما الثقل، وهو من الحجر الجيرى، فهو ببيضاوى مدبب الشكل (مثل الثقل الموجود فى الكوس). وتتيح تلك الأداة الدقيقة التحقق من أن الجدار القائم ينتصب فى وضع رأسى تماماً.

المقاسات: طول اللوحة ٤٨,٦ سم، طول

الثقل ٥ سم.





## IV

### المثلث

## Triangle

المثلث: مضلع (شكل متعدد الزوايا) يعتبر جزءا من مستوى يحده قطاعات مستقيمة متتالية، تسمى "الأضلاع".

ومن جهة أخرى، يقال إن المضلع خط متكسر مقفل، بمعنى أن أطرافه منطبقة على بعضها البعض: وتسمى نقط الأطراف "الرءوس"، والقطاعات المستقيمة "أضلاع" ذلك المضلع.

ويقال للمضلع إنه "مقعر"، إذا ما كان يقع بأكمله في نفس الجانب من الخط المستقيم الناتج من أى امتداد لأضلاعه. وإذا كان عكس ذلك، يقال له "محدب". وبذا يكون المثلث هو مضلع محدب له ثلاثة رءوس، وثلاثة أضلاع، وثلاث زوايا.

والمثلث مختلف الأضلاع (الأخمعي) scalene هو مثلث أضلاعه غير متساوية. والمثلث متساوي الساقين isosceles هو ذلك الذى يكون به ضلعان متساويان. والمثلث متساوي الأضلاع equilateral تكون أضلاعه الثلاثة متساوية. أما المثلث القائم الزاوية فتكون إحدى زواياه قائمة (٩٠ درجة)، والضلع المقابل لها يسمى الوتر hypotenuse.




٢- الخطوط المستقيمة الحاكمة في المثلث. يكون ارتفاع المثلث هو الخط المستقيم الواصل من أحد رؤوس المثلث ويتعامد مع الضلع المقابل لها. وأوسط المثلث mediane هو ذلك الخط المستقيم الذي يصل بين رأس المثلث ومنصف الضلع المقابل لها. والمنصف الداخلي للمثلث هو منصف أى واحدة من زواياه الداخلية. أما المنصف الخارجى للمثلث فهو منصف أى من زواياه الخارجية.





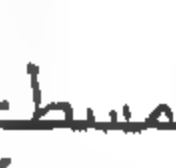


ولذا فإن المثلث له ثلاثة ارتفاعات، وثلاثة أواسط، وثلاثة منصفات داخلية، وثلاثة منصفات خارجية.


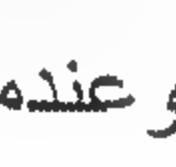
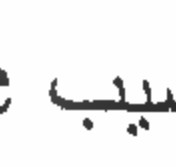
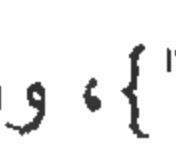


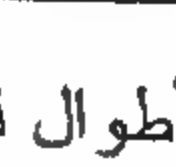






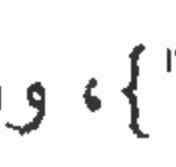




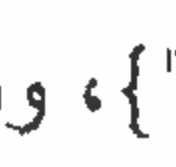




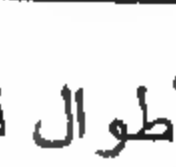


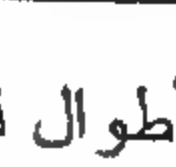
٣- استخدم المصريون القدماء المثلث قائم الزاوية على نحو خاص فى إنجازاتهم الإنشائية، ونورد هنا شهادة واحد من أكبر خبراء ما أطلق عليه "لغز" الأهرامات: "... كان المهندسون الإنشائيون فى مصر القديمة أثناء بنائهم للأهرامات، أثناء عملهم على أساس المثلث قائم الزاوية، يبحثون بكل الطرق عن زوايا ميل تمثل للكسر  $h/b$  (الارتفاع/القاعدة) علاقات يمكن التعبير عنها ببساطة وسهولة باستخدام مثلثات الكوس الخشبية، والتي كانت من الأدوات الضرورية طوال فترة الإنشاء للتحكم الدائم فى الميول...". (جان فيليب لوير Jean Philippe Lauer، لغز الأهرامات Le Mystere des Pyramides، باريس، مطابع المدينة Presses de la Cite، ١٩٧٤، ص. ٢٩٨، محققة بمعرفتنا). وقد لاحظ جان فيليب لوير أيضا، وكان معماريا وأثريا خبيرا، عمل فى مصلحة الآثار المصرية، فى مجال البحوث والترميمات، وجود ما عرف بالمثلث المقدس triangle sacre على مسطح القطاع الطولى لغرفة دفن الملك خوفو (خيوبس kheops عند اليونانيين)، والذي يتخذ شكل متوازي المستطيلات Parallelepiped قائم الزاوية، وذلك فى الهرم الأكبر ذاته. وكان خوفو، والذي يعنى اسمه "فلتشملى العناية الإلهية Qu'il (le dieu) me protégé"، ثانى ملوك الأسرة الرابعة، حوالى عام ٢٦٥٠ ق.م.

والرياضيات الفرعونية مشبعة بما تواجهه من أحكام مسبقة وحاكمة، والتي أكل عليها الدهر وشرب، وهكذا يترجم أندريه بيشو Andre Pichot المسألة رقم ٥١ من بردية رند Rhind (حوالي عام ١٦٥٠ ق.م : "مثال على حساب مساحة مثلث أرضي tringle de terre: إذا كان لديك مثلث له ارتفاع، "ميريت meret" طوله ١٠ خيوط khet، وقاعدته بطول ٤ خيوط، فما هي مساحته؟" (أندريه بيشو، مولد العلم La naissance de la science ١- أراضي ما بين النهرين، ومصر، باريس، جاليمار، ١٩٩١، ص. ٢٤٥)

تري ما هو المثلث الأرضي هذا، إذا ما تناولناه بلغة الرياضيات؟؟

استخدمت الكلمة الهيروغليفية    وأحييت ahet مرتين في النص. ويترجم بيشو تلك الكلمة مرة "بالأرض terre" ("مثلث الأرض")، ويترجمها مرة أخرى "مساحة أو سطح surface".

فيما يتعلق بالنص الرياضي، فإن من الأوفق ترجمة الكلمة    حت 3ht، وأحييت ahet "حقل Champ"، و"جزء من المسطح Section de plan"، و"مساحة أو سطح surface". وبذلك يصبح النص واضحا من الناحية الرياضية: مثال لحساب مثلث ما {     } سببت spdt.

في  قطعة من المسطح، أو المساحة {    } حت 3ht، وأحييت ahet {    } . وعندما يقال: إن لديك مثلثا {     } سببت spdt ب (nt) طوله ١٠ قضيب verge<sup>(١)</sup> {   } ميريت mryt، ميريت merit "الطول hauteur" {    }، وقاعدته بطول ٤ قضيب {   } تيب tp-r، تيب er- tep {    } . فما هي مساحته {    } أحت 3ht، أحييت ahet (مساحة) {    } ؟؟

(١) مقياس أطوال فرنسي قديم (من بلاد الغال) كان مستخدما في الزراعة يساوي ربع الأربنت arpent، (والذي يساوي بدوره ٣١-٥٠ أريس ares حسب البلد) وربما كانت تلك المفاهيم من قبيل القصبة والذراع.. المترجم.

وبالتالى يكون لدينا:

سببت spdt، سيبيدت sepedet "مثاث" (سبد spd "مدبب"  
pointu":

فى إشارة لرأس المثلث.

أحت 3ht، أحت اهت "جزء من مسطح"، "مساحة"  
surface".

مریت mryt، ميريت meryt، "ارتفاع hauteur" المثلث.

تب-ر tp-r، تيب-إر tep-er، "قاعدة base" المثلث.

ولقد قام الرياضيون بحساب مساحة المثلث بطريقة دقيقة، بمعرفتهم  
لارتفاعه وقاعدته. وكان من الممكن أن تكون مثل تلك الحسابات خاطئة إذا لم يكن  
لدى المصريين أى إلمام رياضى بالمواصفات الأساسية للمثلث.

وبنفس الطريقة، نجد أن الكلمة الأكادية إيكلو eqlu تعنى: "حقل champ"  
(رينيه لابات Rene Labat، الموجز فى الكتابة الأكادية Manuel  
d'epigraphie akkadienne، باريس، paul Geuthner، منشورات ١٩٨٨،  
ص. ٨٧).

إلا أن خبراء الرياضيات البابلية يترجمون كلمة إيكلو "سطح"، و"سطحى"،  
و"مساحة" (إم. برون E. M. bruins، م. روتين M. Rotten، النصوص  
الرياضية لسوسة Textes mathematiques de Suse، باريس Paul  
geuthner، ١٩٦١، المجلد الرابع والثلاثون من "مذكرات البعثة الأثرية فى  
إيران، بعثة سوزيان Susiane").



ولا بد أن نضع في الحسبان ذلك الهوس والهذيان (بكل مافى الكلمة من معنى) الذى ينتاب تلك الاتجاهات الثقافية وهى تنابر على القدر والتشهير، بطريقة منهجية، بالرياضيين المصريين.

٤ - الخط الموازى لأحد أضلاع المثلث. يقال لخطين مستقيمين إنهما متوازيان عندما يكونان فى نفس المستوى ولا يلتقيان فى نقطة مشتركة. وفى بردية راند Rhind فوق الشكل المرسوم فى المسألة رقم ٥٣، نجد خطين متوازيين مرسومين بدقة: وهما على الجانب الذى يشكل قاعدة المثلث. وبذا تكون القاعدة والخطان المتوازيان ثلاثة خطوط متوازية فيما بينها.

وهكذا نجد أن الشكل يصور نظرية طاليس Thales : الخط الموازى لأحد أضلاع مثلث يحدد على الضلعين الآخرين للمثلث أجزاء متناسبة<sup>(١)</sup>. إن ذلك ليسبق مولد طاليس (٦٤٠ تقريبا - ٥٤٧ تقريبا ق.م) بحوالى الألف عام.

ويبذل الكاتب قصارى جهده لحساب مساحة الجزء الأوسط ، والتي تكون مساحة شبه المنحرف المتكون (من القاعدة حتى الخط المتوازى الثالث)، ومساحة المثلث (من الخط المتوازى الثالث، والذى يمثل القاعدة، حتى الرأس، أى نقطة التقاء ضلعي المثلث المواجهين للقاعدة الكبرى لشبه المنحرف).

ونص المسألة ٥٣ مفقود، إلا أن الشكل وطريقة الحساب محفوظان: "و رغم وجود أخطاء عديدة، وعناصر ساقطة وغير كاملة، فإنه يرينا بوضوح على الأقل أنه لم يكن هناك، لا فى المثلث، ولا فى شبه المنحرف، من الأسرار ما يخفى على المهندسين المصريين القدماء.." (سيلفيا كوشو Silvia Couchoud، الرياضيات المصرية Mathematiques Egyptienes، باريس، ١٩٩٣، ص ٦١).

---

(١) حيث يتكون مثلثان منمائلان، وتكون لهما زوايا متقابلة، ونسب وناسب بين أطوال الأضلاع، ويحدث ذلك سواء كان الخط الموازى لأحد الأضلاع فى نطاق المثلث أم خارجه - المنرجم.

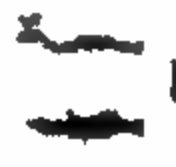


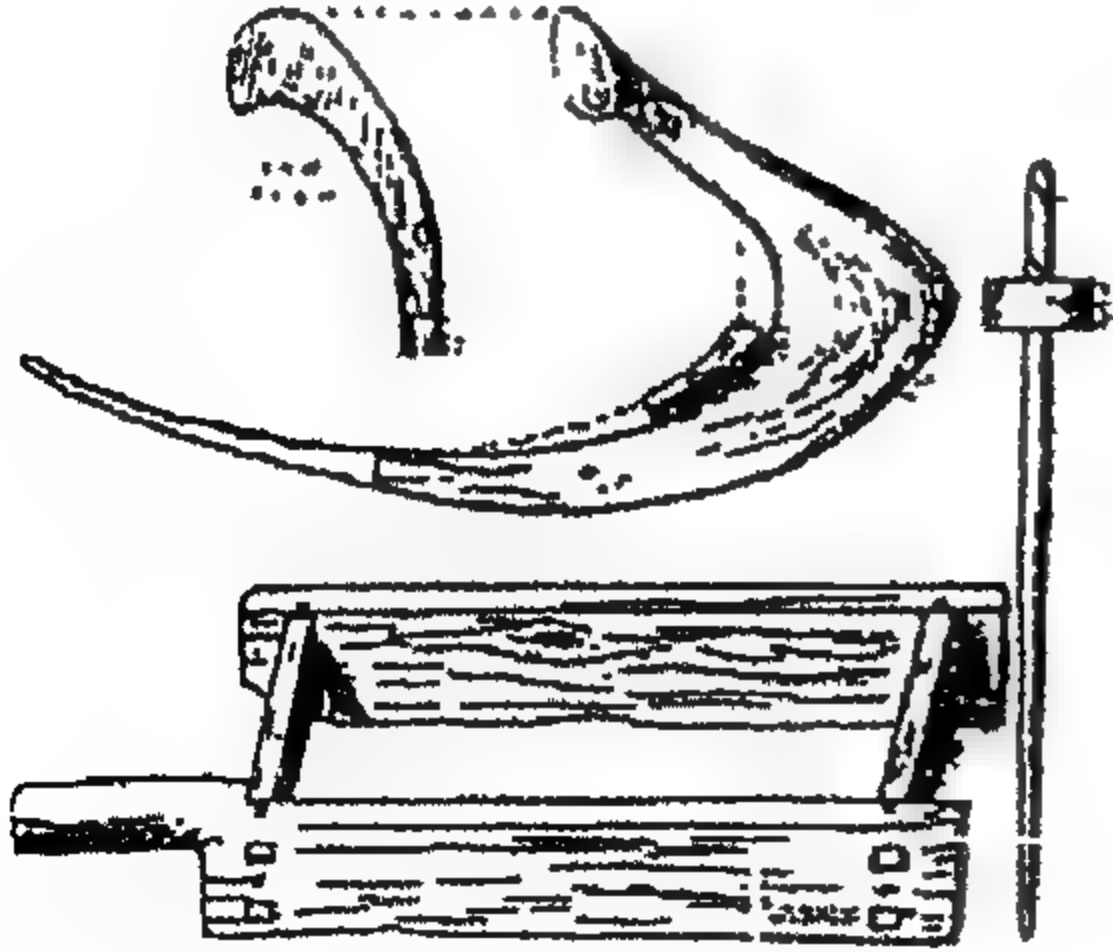
## V

### المستطيل

## Rectangle

١ - المستطيل. هو متوازي مستطيلات (باللاتينية rectus بمعنى مستقيم، angulus بمعنى زاوية) تكون فيه الزوايا قائمة. وتكون الأضلاع الأربعة المستقيمة متوازي مستطيلات تكون زواياها قائمة. وبذا يكون المستطيل هو شكل رباعي الأضلاع Quadrilate`re، وتكون فيه الزوايا المتقابلة متساوية، وكذا الأضلاع المواجهة لبعضها. ويكون القطران diagonals المتقاطعان في نقطة، عند منتصف كل منهما، متساويين.

٢ - كان الرياضيون المصريون يعرفون ذلك الشكل الهندسي تماما، والذي كان يسمى  ifd, ifed "مستطيل"، "رباعي الأضلاع" وتشير أداة التعريف إلى أن الأمر يتعلق بشكل مستطيل، والكلمة نفسها مشتقة من fdw "أربعة"، وذلك للتأكيد تماما على أن المستقيمت الأربعة تكون متوازي أضلاع زواياها قائمة، وله اسم دائم وهو رباعي الأضلاع اذ الأضلاع الأربعة).



شكل ٢٦: منجل، ومغزل، وقالب  
لصب الطوب من الأسرة الثانية عشرة.  
وقالب الطوب مستطيل الشكل. وتغطي  
الأسرة الثانية عشرة الفترة من  
(١٩٩١ - ١٧٨٧ ق.م).

(المصدر: و.س. بلاكمان W. C. Blackmann : Vie des fellahs de la haute Egypte. religieuse, sociale et economique. Le present et les survivances anciennes. صعيد مصر، الحياة الدينية والاجتماعية والاقتصادية. الحاضر ومخلفات الماضي)، ترجمة عن الإنجليزية، باريس، بايو Payot، ١٩٤٨، ص. ٢٦٧.

ومن المؤكد، أنه من واقع الوثائق نفسها، فإن المصريين القدماء كانوا يعرفون مبادئ الأشكال رباعية الأضلاع: المربع، المستطيل، المعين، وشبه المنحرف.

ويبين الشكل الموجود في المسألة رقم ٤٩ في بردية راند Rhind في وضوح مستطيلاً بطول ١٠ وحدات طول، وعرض وحدتي طول: ويشير ذلك للطول بالمفهوم المكانى والهندسى، — ٣ ٤ ٣w,aou "طول" (فيما يخص الفراغ، المستوى، والشكل المرسوم). أما العرض فيشار إليه بـ ٣ ٤ ٣، شو shw، سيخو sekhou.

وهرم زوسر Djoser، أحد ملوك الأسرة الثالثة (٢٨٠٠ - ٢٧٠٠ ق.م.)، يتكون من ست درجات (مصاطب) هائلة: وتقع في مركز مستطيل تقريبا مساحته ٥٥٥ × ٢٧٨ مترا مربعا.

والصورة التالية، والموجودة على شاهد القبر عبارة عن مساحة مائية مستطيلة وسط حديقة، حيث يرى المرء صفوفًا من أشجار الجميز (تين فرعون)، ونخيل محمل بسبط النخيل (شكا، ٢٨).



شكل ٢٧: قالب صب طوب من الخشب عثر عليه ضمن مستودع أساس أحد معابد الجبلين Gebelein في عصر تحتمس الثالث (١٥٠٤ - ١٤٥٠ ق.م.). وقد ظهر الطوب الطفلى (الطوب النىء أو اللبن) قبل نهاية عصر ما قبل الأسرات

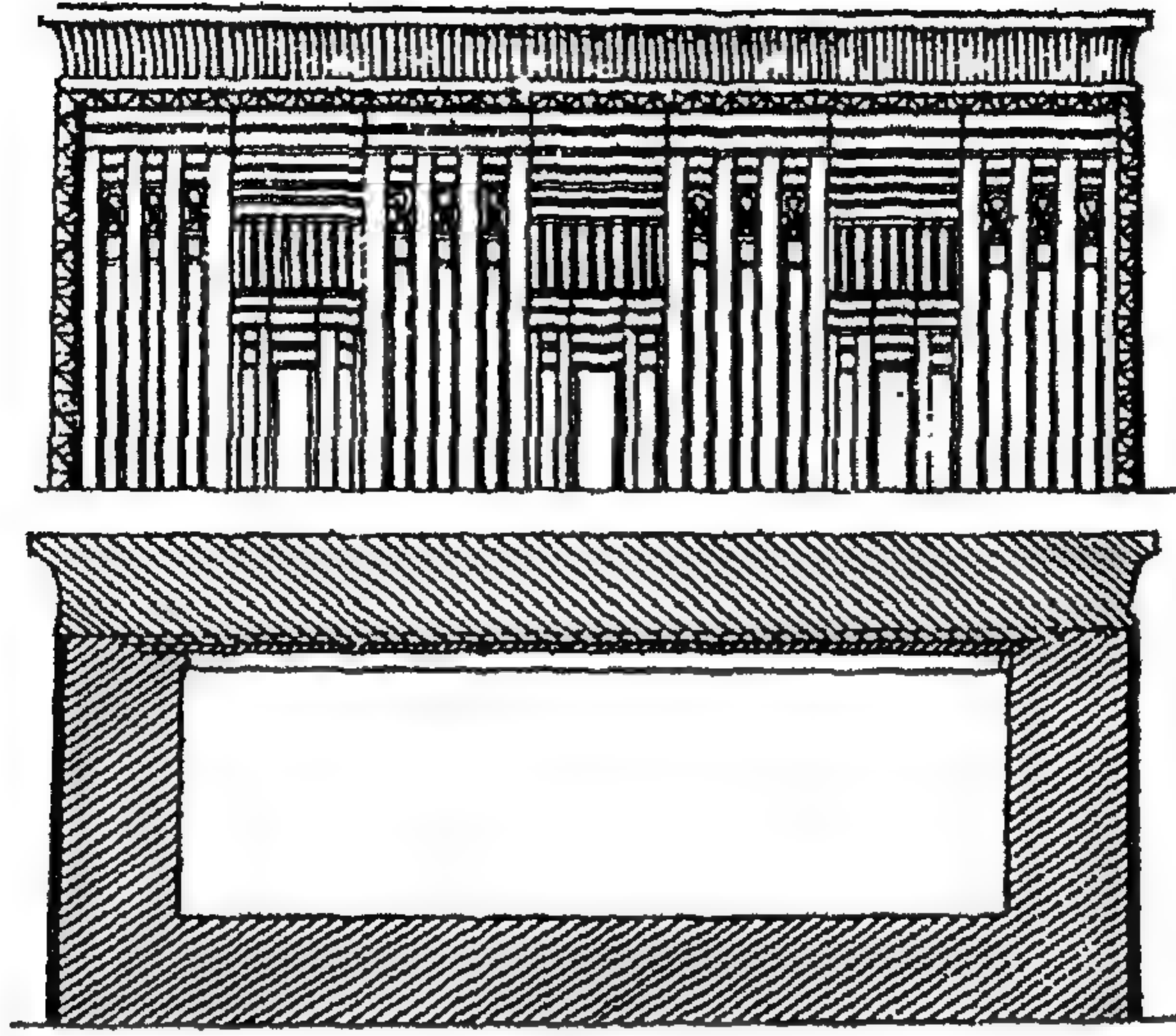


(حوالى عام ٤٠٠٠ ق.م). وكان متوسط مقاسات الطوب المستخدم فى الأبنية العادية ٢٣ × ١١ × ٨ سنتيمترا. أما مقاسات الطوب للقلاع والحصون فكانت أكبر: ٤٠ × ٢٠ × ١٥ سنتيمترا. وكان ذلك الطوب يصنع من عجينة من طمى النيل مخلوطة بهشيم التبن. والقالب يتخذ شكل متوازى مستطيلات مفتوح من أعلى وأسفل ومزود بمقبض. وهذا القالب الخشبى موجود ضمن مقتنيات المتحف المصرى لمدينة تورينو Inv. Suppl 12448، وأبعاده ١٧,٥ × ٩,٥ × ٤,٥ سنتيمتر.


ولقد كان لتنسيق الحدائق والمستنقعات أهمية خاصة فى الدولة القديمة (١٧٨٠-٢٢٨٠ ق.م). وتفسر لنا الظروف المناخية الحارة، ووجود أراض كثيرة قاحلة تعاني من الجذب والجفاف، إبداع مثل تلك الأعمال الفنية. فالمستطيل المانى مرسوم بدقة شديدة، وتشكل الأسماك، وأسراب البط البرى، ونباتات البردى، البيئة المائية الوفيرة للبستان. وتلك اللوحة الجميلة على شاهد القبر موجودة حاليا فى المتحف البريطانى بلندن (no 37983). وهى مأخوذة من مقبرة الكاتب نيبامون Nebamon (طيبة)، حوالى عام ١٣٨٠ ق.م.



شكل ٢٨: حديقة ومساحة مائية مستطيلة (الأسرة الثامنة عشرة) الارتفاع ٦٤ سنتيمترا

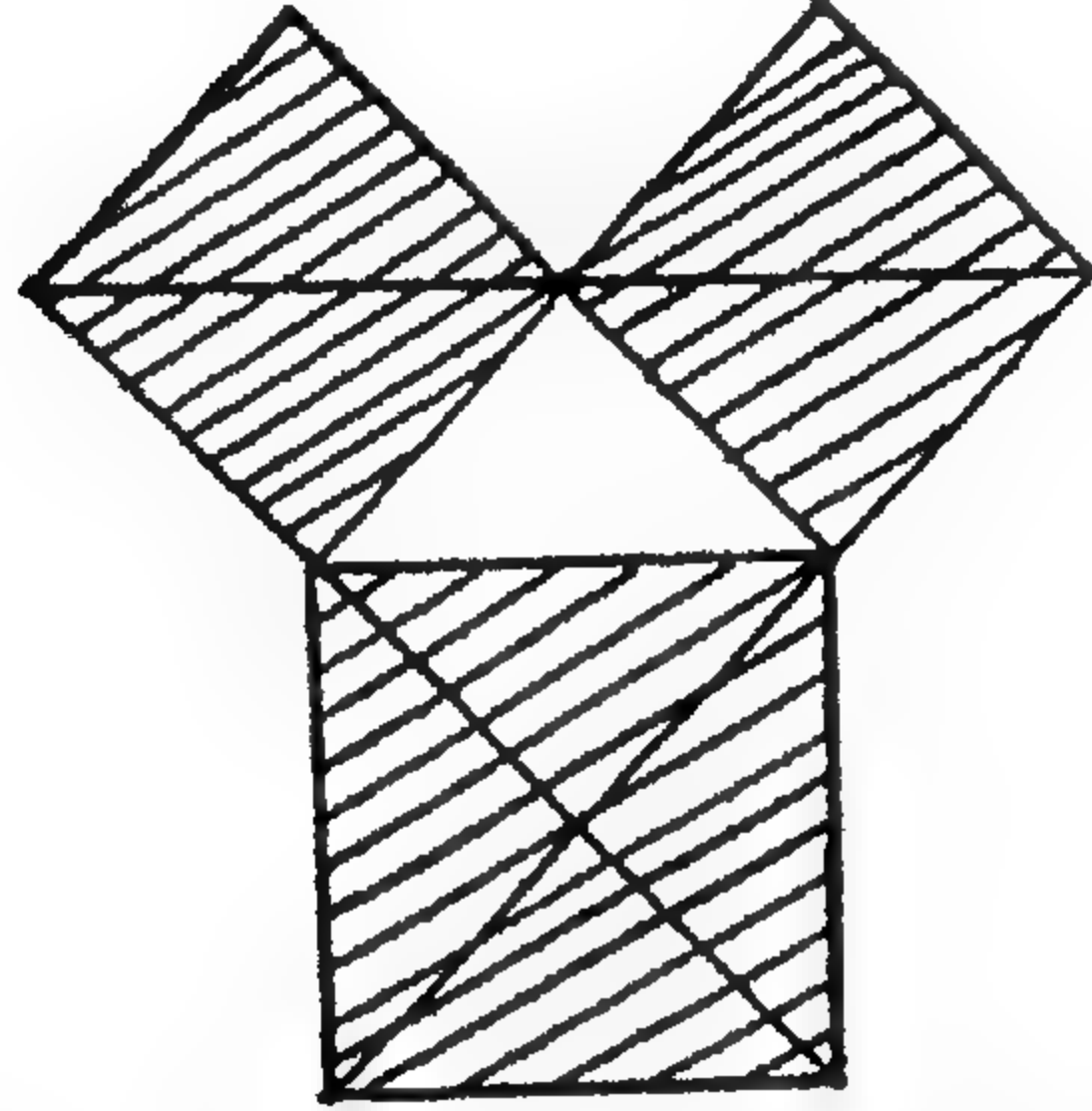


شكل ٢٩: واجهة وجزء من تابوت الملك منقرع (ميكيرينوس Mykerinos) (عن بيرنج Perring).

٣- استخدام التثليث (مسح الأراضي باستخدام حساب المثلثات) في مصر القديمة. ويقال للتابوت في المصرية القديمة:  نب - سنخ، نيب - عنخ nb-cnh, neb-ankh، "رب الحياة Seigneur de la Vie". كما أن الكلمة الفرنسية cercueil تعني: "الغطاء الذي يلف جسد الميت. إلا أن تلك الكلمة مشتقة من اليونانية Sarkophagos، والتي تعني حرفياً "الذي يأكل اللحم". وكلمة cercueil تعني في الحضارة الغربية "أكل اللحم"، وفي مصر وباقي أنحاء أفريقيا السوداء تعني الكلمة معنىً تقليدياً عميقاً "رب الحياة" الذي يحمي الحياة.

من أين جاء ذلك الجمال، وتلك الفخامة التي تميزت بها التوابيت المصرية القديمة؟؟ بعون الهندسة ما في ذلك شك. وذلك التابوت المستطيل الفخم لمنقرع Menkaoura (من كاو رع Menkaoure، ميكيرينوس Mykerinos) منحوت من كتلة من البازلت تم صقلها بعناية حوالى عام ٢٦٠٠ ق.م (أواخر الأسرة الرابعة) ويحتوى على زخارف جميلة على واجهة سقف الحلق ذى البروزات ، إلا أنه لا يحمل أى كتابات منقوشة. وقد اختفى ذلك التابوت الجميل فى حادث غرق

السفينة التي كانت تنقله إلى المتحف البريطاني بلندن، وذلك في خليج جاسكوني Gascogne (حفريات فيس Vyse ، بيرينج Perring، رافين هيل وأندروز Raven hill et Andrews ، ١٨٣٧).



شكل ٣٠: يبين هذا الشكل نظام التثليث المصري القديم، كما يسترجع مؤلف روبير باكو.

Robert Baccou، تاريخ العلم اليوناني من طاليس حتى سقراط (Aubier (Histoire de la science grecque. De Thales a Socrate). ١٩٥١، ص. ١١٤.

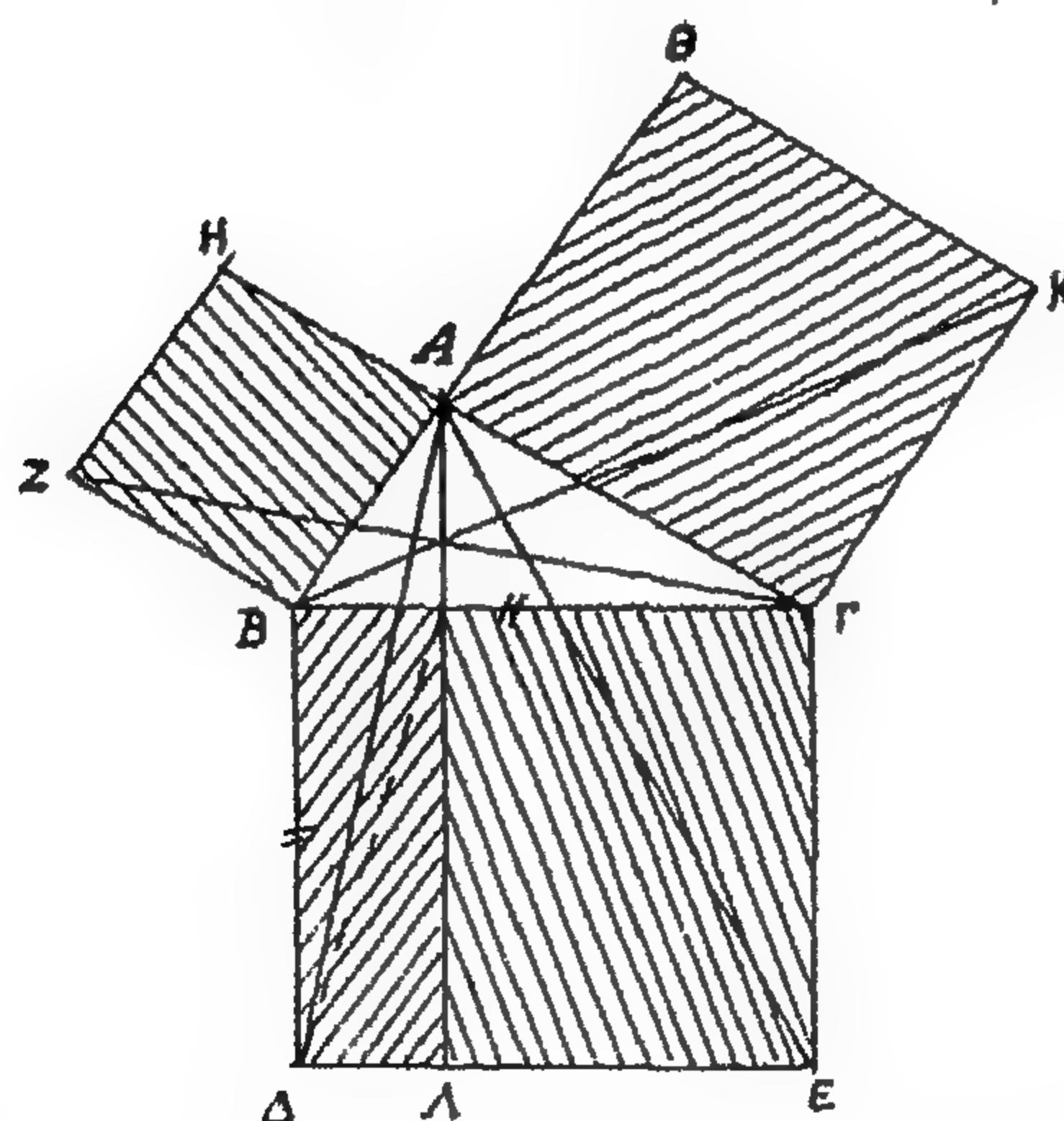
كانت أعمال التثليث للمعابد المصرية القديمة تتم باستخدام المربعات، والتي غالبا ما كانت في شكل مثلثات قائمة الزاوية متساوية الساقين.

والإثبات الهندسي التالي يتوجب من تلقاء نفسه، فالجزء غير المرقن (المهشر) عبارة عن مثلث قائم الزاوية متساوي الساقين. ومساحة المربع القائم على الوتر تساوي مجموع مساحتي المربعين المقامين على الضلعين المتجاورين للمثلث القائم الزاوية. وتؤكد ذلك نظرية المربعات الثلاثة لفيثاغورث Pythagore، كما أنه موضح في هندسة إقليدس Euclide: الفرضية ٤٧ من الكتاب الأول لعناصر الهندسة، بمعرفة أنه في مثلث قائم الزاوية، تكون مساحة المربع المقام على الوتر مساوية لمجموع مساحتي المربعين المقامين على الضلعين المتجاورين.

ومن المعروف أن فيثاغورث (حوالي ٥٨٠ - ٥٠٠ ق.م)، وهو فيلسوف ورياضي يوناني، قد درس في مصر (سيرج سونيرون Serge Sauneron، الكهنة في مصر القديمة de l'ancienne Egypte Les pretres، دار نشر سول Seuil ١٩٥٧، ص. ١١٣. مجموعة "الوقت الذي يمضي (Les Temps qui Court - رقم ٦). أما إقليدس، وهو رياضي يوناني أيضا، فقد درس أيضا في الإسكندرية - مصر، وقام ببحوثه هناك، إبان حكم بطليموس الأول (القرن الثالث قبل الميلاد).

ومن جهة أخرى، فإن نظام التثليث المصري القديم يحتوى أيضا على توضيح لهذه النظرية الأخرى لإقليدس: متوازيات الأضلاع المقامة على نفس القاعدة وبين نفس المتوازيات تكون متساوية. وهذه هي النظرية رقم ٣٥ من الكتاب الأول "المبادئ Elements" لإقليدس.

وفي الواقع فإن متوازيي الأضلاع (المربعين) المقامين على الضلعين المتجاورين للمثلث قائم الزاوية يكونان متساويين.

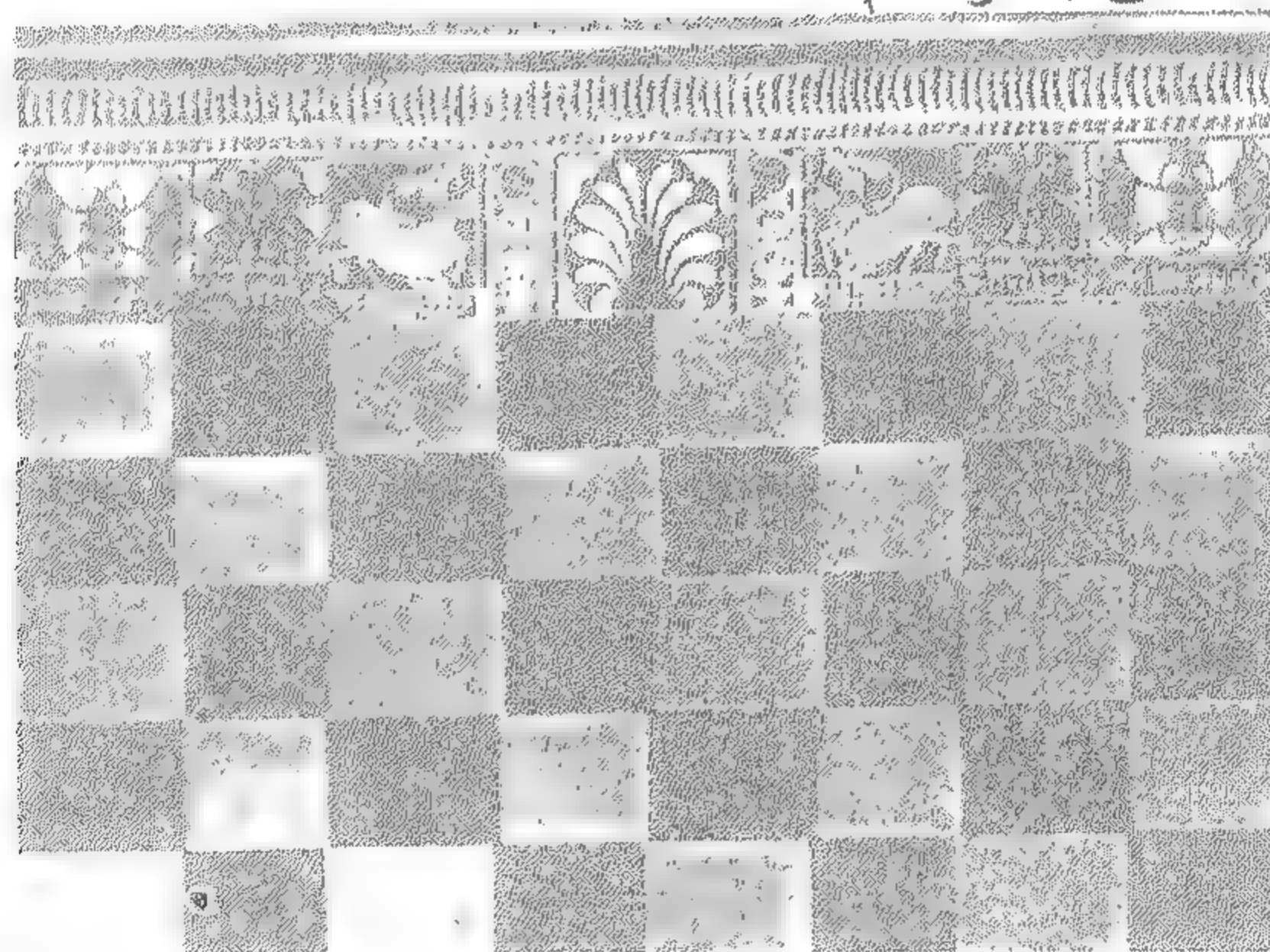


شكل ٣١: نظرية فيثاغورث 1,47 من كتاب المبادئ لإقليدس . إنشاء المربعات، توازي الخطين  $A\Delta$  ،  $B\Delta$  ، يربط بين  $Z$  و  $A\Delta$ .



وفى مصر القديمة، استقى فيثاغورث العديد من الاكتشافات، والتي ينسبها الناس إليه مباشرة: جدول الضرب، والنظام العشري، ونظرية المربع المقام على الوتر، ونظرية المربعات الثلاثة.

ولقد عرف أوليفيه جيلان Olivier Gillain - أحد كبار المتخصصين فى الروح الموضوعية - كيف يؤكد على تلك المساهمة ذات الأهمية البالغة من قبل مصر الأفريقية، ونجده يقول: "إن هذا الجزء من التراث المصرى لم يكن وحده الذى انتقل من عصر إلى عصر. هناك العديد من الاكتشافات، تبلغ من العمر خمسة وثلاثين قرناً، وما من شك أننا سنظل نتعهدنا ونستخدمها إلى الأبد، وعلى سبيل المثال النظام العشري للعد.." (أو. جيلان O. Gillain " العلم المصرى. الحساب فى الدولة الوسطى Le science Egyptienne, L'arithmatique au Moyan Empire \_ مؤسسة المصريات رينيه إليزابيث Reine Elisabeth ١٩٢٧، ص ١٦٠، محقق بمعرفتنا).



( عن إ. بروجش E. Brugsch ) الخيمة الجنائزية لإيسيم خب Isimkheb.

شكل ٣٢: بلاط موزاييك فى مصر القديمة، وتلك الخيمة من قصاصات الجلد محفوظة بالمتحف المصرى بالقاهرة. وقد استخدمت فى جنازة الأميرة إيسيم خب، ابنة بيند جيم الأول Pinedjem Ier الأول من الأسرة الواحدة والعشرين (١٠٧٠ - ٩٦٠ ق.م). والقيمة الرمزية لمثل ذلك التصميم للبلاط واضحة: فالمربعات والمستطيلات تتعاقب فى استمرارية مثل النهار والليل، والفرح والألم، والحياة والموت، وذلك فى نطاق السلسلة العالمية للكائنات.

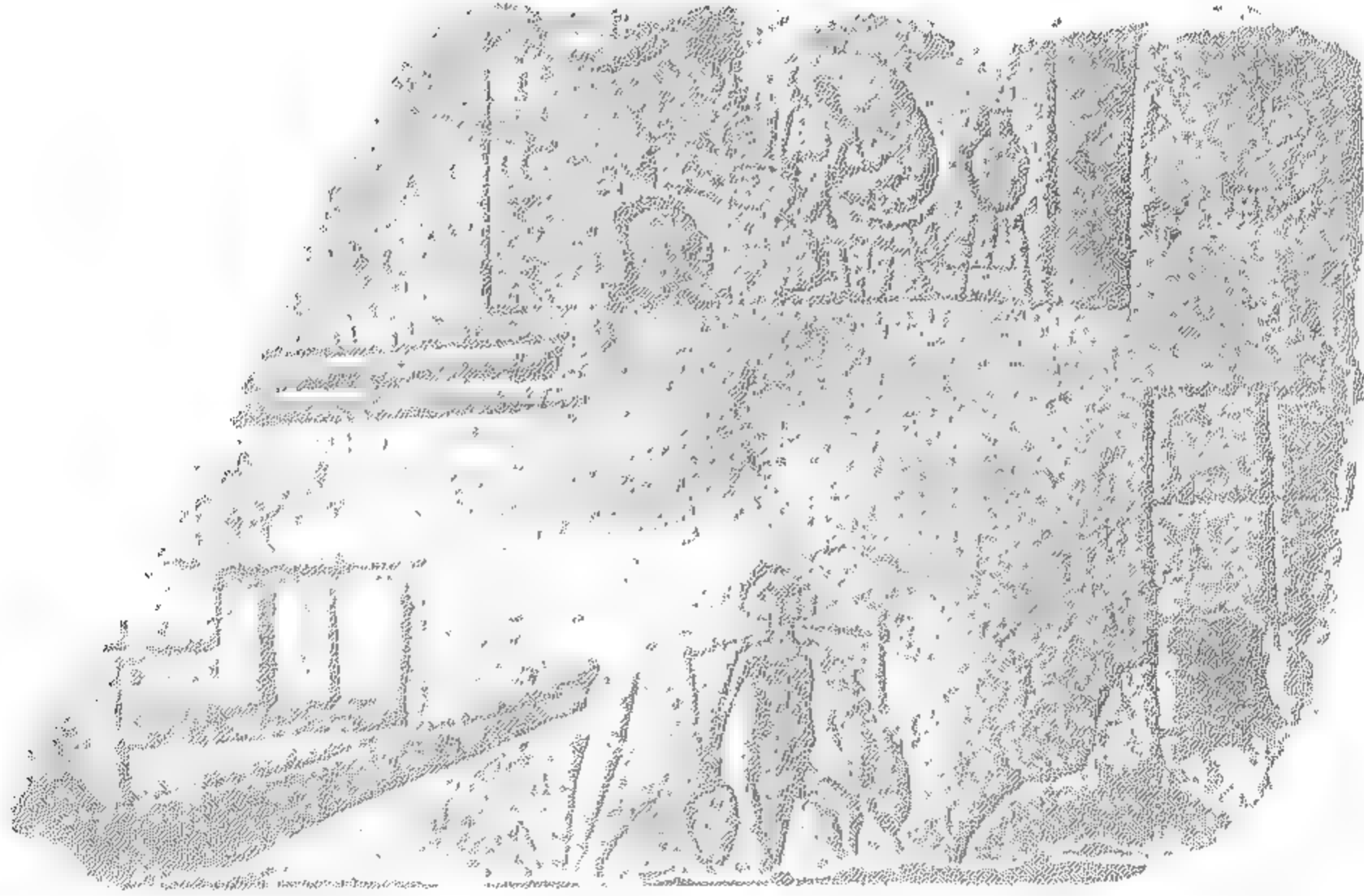


## VI

### المعين. المربع

#### Losange. Le carré

١ - المعين Losange (كلمة فرنسية من أصل غالى gaulois) عبارة عن متوازي مستطيلات يكون به ضلعان متعاقدان متساويان: وكل زاويتين متقابلتين متساويتين، وكذا كل ضلعين متقابلين. وإذا كان هناك شكل رباعي الأضلاع تكون كل أضلاعه متساوية فهو معين.



شكل ٣٣: نحت بارز من العمارنة (متحف بروكلين 65.16 - التمويل اعتماد مالى لتشارلز إدوين ويلبور Charles Wilbour) ومدينة العمارنة (أخيتاتون، "أفق آتون") أسسها أخناتون فى مصر الوسطى حوالى عام ١٣٧٠ ق.م. ويظهر بستانى فى منتصف اللوحة يحمل الماء بمساعدة الموازن balancier (عصا طويلة يوازن بها بين الإناءين المملوءين بالمياه) ليروى الحديقة المقسمة إلى مجموعات من المربعات، وقد تم رسمها بدقة هندسية .

٢ - المربع Carre: عبارة عن شكل رباعي الأضلاع له خواص متوازي المستطيلات، والمستطيل، والمعين بحيث تتحقق الشروط التالية:

• أضلاعه الأربعة متساوية.

• زواياه الأربع قائمة.

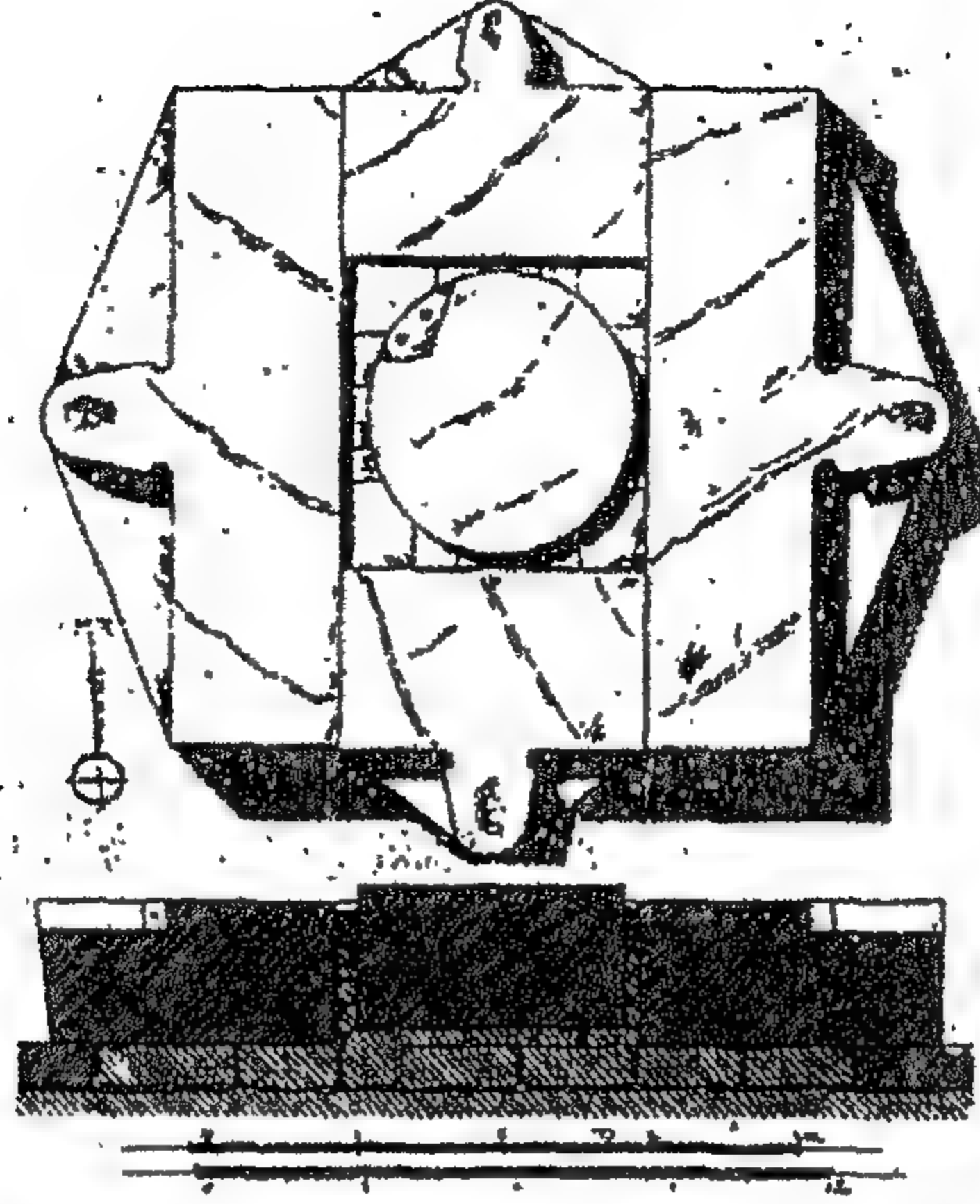
• أقطاره تتقاطع عند منتصفها، وهما متساويان، ومتعامدان على بعضهما البعض، كما أنهما ينصفان زواياه.

٣ - غالبا ما كانت الموتيفات الزهرية والهندسية تشكل زخرفة أسقف المقابر في طيبة. والسطح القرميد من عصر رمسيس (حوالي عام ١٣٠٥ - ١٠٨٠ ق.م)، ويعرف بالأستراكون Ostrakon (انظر شكل ٣٥)، عبارة عن دراسة لزخرفة سقف ما : حيث استخدم الفنان المصري القديم شكل المعين كموتيف زخرفي متكررة (وليم ه. بيك William H. Peck ، الرسومات عند قدماء المصريين Les Dessins Egyptiens، باريس، هيرمان Hermann، ١٩ (وليم ه. بيك William H. Peck، الرسومات عند قدماء المصريين Les Dessins Egyptiens، باريس، هيرمان Hermann، ٨٠، ص. ٥٦، لوحة بالألوان (no. XVI).

٣ - وتتعلق المسألة رقم ٤٨ في بردية راند Rhind بعقد مقارنة بين مساحة دائرة بقطر ٩ خيت وبين مساحة مربع طول ضلعه ٩ خيت. ويمثل الشكل الذي رسمه الكاتب المصري القديم دائرة مرسومة بدقة داخل مربع، وهذا هو تربيع Quadrature الدائرة.

ومن المؤكد أن الرياضيين المصريين القدماء كانوا يعرفون المربع، ونجد في واقع الأمر، وكذا في الحلول التجريدية الرياضية لدى المصريين القدماء، أن المربع كان موجودا:  $\square$  ، إيفد ifd، إيفيد ifed، "مربع" 'carre'، "رباعي الأضلاع" 'Quadrilate're'.





شكل ٣٤: مائدة المذبح المقدسة لتقديم القرابين من المرمر.

(عن ل. بورشار (L. Borchardt) ويمثل الشكل ٣٤ المذبح المصنوع من المرمر لمعبد الشمس في أبو صير.

وذلك المذبح مقام في الهواء الطلق أمام مسلة رمسيس الثاني، وهو مصنوع من كتل مجمعة من المرمر بمقاسات هائلة. وأربع من تلك الكتل تم تشكيلها طبقاً لعلامة القرابين. ويحتل مركز ذلك الصرح دائرة كبرى مرسومة داخل مربع (تربيع الدائرة). أما الملاحق التي تعلو كل واحدة من علامات القرابين فهي تتجه من الخارج، نحو الجهات الأربع الأصلية.

أما المعنى الذي يوحي به المذبح فهو كالتالي: الإله سيد العالم يتلقى الجزية وأمارات التكريم والولاء من الأرض كلها (وترمز إليها الجهات الأربع الأصلية). ومن ثم، فذلك المذبح قد صنع على شكل مائدة قرابين مربعة الأضلاع تتوجه نحو الجهات الأصلية الأربع. ومثل ذلك الإنشاء المستوحى من الهندسة هو الإثبات نفسه. حيث يرجع تاريخه إلى الدولة المصرية القديمة (٢٧٨٠ - ٢٢٨٠ ق. م).



شكل ٣٥: دراسة لزخرفة أحد الأسقف، حوالى عام ١٣٠٥-١٠٨٠ ق. م.  
والرسم بالألوان على سطح من قرميد الحجر الجيري "الأوستراكون Ostrakon".  
وقد رسم الفنان موتيفات زهرية داخل المعين المتكرر Losanges على شكل  
الصليب، أى موتيفات هندسية (وليم ه. بيك William H. Peck، الرسومات عند  
قدماء المصريين Les Dessins Egyptiens، باريس، هيرمان Hermann،  
١٩٨٠).

## VII


### شبه المنحرف

#### Trapèze



١ - شبه المنحرف: شبه المنحرف Trapèze (فى اللغة اليونانية تراپيزيون trapezion بمعنى منضدة صغيرة) هو مضلع محدب له ضلعان متوازيان.

والضلعان المتوازيان هما قاعدة شبه المنحرف. والمسافة بينهما هى ارتفاعه. وشبه المنحرف المستطيل هو شبه منحرف به زاوية قائمة. وشبه المنحرف متساوى الساقين هو شبه منحرف تكون أضلاعه غير المتوازية متساوية.

٢ - لم تتم معالجة المسألة رقم ٥٢ من بردية راند Rhind من قبيل متخصص مثل جيلالينجز Gillings (ريتشارد ج. جيلالينجز Richard J. Gillings، الرياضيات فى عصر الفراعنة Mathematics in the time of Pharaohs، نيويورك منشورات Dover طبعة ١٩٨٢ الطبعة الأولى، M.I.T.، ١٩٧٢) وبالنسبة لجاي روبنز Gay Robins وتشارلز شوت Charles Shute، ويتعلق الأمر بحساب مساحة مثلث ناقص (ج. روبنز G. Robins، وتشارلز شوت Ch. Shute، بردية راند الرياضية The Rhind Mathematical Papyrus، نص مصرى قديم، لندن منشورات المتحف البريطانى، ١٩٨٧، ص ٤٧: "مساحة مثلث ناقص").

ويفسر أندريه بيشو Andre Pichot مسلمات وفروض المصريين القدماء بأنها "حساب مثلث مقطوع من الأرض" (A.Pichot, op. Cit., 1991, p.246). إن كل هؤلاء المؤلفين روبنز، وشوت، وبيشو، لم يفهموا فروض ومسلمات المسألة على الوجه الصحيح، نتيجة سوء ترجمة كلمة  هت 3ht، أهيت ahēt إلى "حقل champ". وهكذا كان الرأي الجمعي المسبق، والقائل بأن الرياضيين المصريين القدماء لم يعملوا على الإطلاق على التجريبية، أو الطرق والأساليب العملية، وبالتالي لم يكن لديهم أي روح علمية، يلقي قبولا واقتناعا على وجه خاص لدى بيشو .

ويبدو أن درس نويجيياور Neugebauer هو الأقرب تماما للنص المصري: "Beispiel zur Bereschnung eines Abschnittes eines Landes (مثال لحساب مساحة جزء من حقل). (h3kt nt 3ht)" (أو. نويجيياور، هندسة النصوص الرياضية المصرية القديمة Die Geometrie der egyptischen mathematischen Texte، في كتابه: "مصادر ودراسات في تاريخ الرياضيات، والفلك، والفيزياء Quellen und Studien zur Geeschichte der Mathematik, Astronomie und Physik، برلين ١٩٣١، ص ٤١٩).

والواقع أن النص المصري القديم ليس به كلمة  سبت Spdt، والتي تعني "مثلث Triangle"، كما أن قراءة كلمة  على أنها هخت h3kt لم تكن صحيحة. وكان الواجب نقلها بالتقعر Transliterer (نقل الحروف إلى حروف اللغة التي يتم الترجمة إليها) طبقا لجاردنر (السير آلان جاردنر Sir Alan Gardiner، قواعد اللغة المصرية القديمة Egyptian Grammar، لندن، طبعة ١٩٦٤ ص ٦٠٠).

٣ - وتتفهم جميع المسائل الهندسية، في صياغتها بالرياضيات المصرية القديمة، كل الأجزاء الأساسية التالية:



- البيان أو العرض (العنوان).
- التعريف (المسلمات والفروض).
- الحساب (البرهان).
- الحل (بالإثبات).

• النتيجة (نتائج المنهج المنطقي، الاستدلال).

٤- عنوان المسألة رقم ٥٢ من بردية راند Rhind هو



(التنقحر، Transliteration: tp n irt hkt nt 3ht. أما الترجمة فهي،

مثال (tp) ل (n) حساب (irt) لجزء أوقطعة (hkt) من (n) سطح (3ht)).

كيف تم قطع أو تحديد ذلك السطح؟ وكيف هي القطعة المشار إليها من المسطح؟ وماهي الفروض والمسلمات؟ وماهي صورة أو صيغة الشكل، والذي يمثل هنا السؤال؟

والقطعة المعنية من السطح بطول ٢٠ وحدة (مريت mryt)، وقاعدتها ٦ وحدات (tp-r)، و٤ وحدات من ذلك الجزء section (p3hk باخت)، بمعنى من أين تم قطع السطح.

وربما يمكن اعتبار عبارة من أين تم تجزئ السطح أنه القاعدة الصغرى (٤ وحدات)، واعتبار القاعدة ٦ وحدات أنها القاعدة الكبرى لذلك الشكل المخصوص والمسألة المطروحة هي: ماهي مساحة (3ht)، "سطح surface"، "مساحة aire"، "مسطح superficie"، "مستوى plan"، وليس حقل champ في السياق الرياضي) الشكل؟

وتتضمن طريقة الحساب الذى استخدمها الكاتب المصرى جمع طول القاعدتين  $(١٠ = ٤ + ٦)$  ثم قسمة النتيجة على ٢  $(١٠ : ٢ = ٥)$ . وتكون المساحة حاصل ضرب القاعدة المتوسطة (٥) فى الطول (٢٠)  $(١٠٠ = ٥ \times ٢٠)$ .

وتكون الصيغة التى استخدمها الكاتب المصرى لحساب مساحة الشكل المعنى هى بكل دقة:

$$3ht = 1/2 (tp-r+hkt) \times mryt$$

ويعنى ذلك أن مساحة شبه المنحرف تساوى حاصل ضرب متوسط القاعدتين فى الطول  $S = B+b/2 \times h$ . وتلك بالضبط الصيغة التى استخدمها الكاتب المصرى القديم منذ حوالى عام ٦٥٠ ق.م.

وحسب الشكل الذى رسمه الكاتب بنفسه، فهو يشير إلى شبه منحرف متساوى الساقين، أى شبه منحرف يكون به الضلعان غير المتوازيين متساويين. وفى الواقع فإن الضلعين اللذين لا يشكلان القاعدة الكبرى والصغرى  $\{ hkt \text{ و } tp-r \}$  ليسا متوازيين، ولكنهما متساويان.

ولا يحتوى النص المصرى القديم على كلمة تشير لشبه المنحرف، ولا لشبه المنحرف متساوى الساقين أيضاً، إلا أن الواقع الهندسى والرياضى يشير تماماً لقطاع من مسطح تم قطعه بحيث يتخذ شكل محدب رباعى الأضلاع، له ضلعان متوازيان (القاعدتان) ويساويان الضلعين الآخرين غير المتوازيين. ومن المؤكد، إذا ما تناولنا الأمر رياضياً، أن المصريين القدماء كانوا يعرفون تماماً شبه المنحرف متساوى الساقين. وأن الإنجازات الحقة كانت هناك.

وبذا كان الشيخ أنتا ديوب Cheikh Anta Diop على حق أن يقرأ ويفسر مسلمات وفروض المسألة رقم ٥٢ من بردية راند Rhind، بمنتهى السهولة والوضوح، على أنها مساحة شبه المنحرف (الشيخ أنتا ديوب "الحضارة أو البربرية Civilisation ou Barbarie"، باريس التواجد الأفريقى Presence Africaine ١٩٨١، ص. ٣٣٣).

## VIII

### التماثل بالنسبة لنقطة ما

#### Symétrie par rapport á un point

١ - مركز التماثل: يكون للشكل مركز تماثل عندما تتماثل نقاطه كلها اثنتين اثنتين بالنسبة لنقطة معينة.

مثال: مركز الدائرة هو مركز التماثل لنقاط الدائرة.

٢ - لكل واحدة من الدوائر الأربع الموجودة في السقف الفلكي لمقبرة سينينموت Senenmout (الأسرة الثامنة عشرة، تحت حكم حتشبسوت حوالي عام ١٥٠٤-١٤٨٣ ق.م)، مركز محدد بدقة. ولم يكن ذلك عبثاً، فقد أراد الفلكيون المهندسون أن يحددوا بوضوح مركز التماثل لكل واحدة من الدوائر الأربع. وإلا لماذا رسموا الدوائر بذلك القدر من الكمال والدقة؟! مع تحديد نقطة في مركز كل منها.. إن العمل مازال موجوداً هناك، وعلينا تقبله كما هو، وهذا كل ما في الأمر.

٣ - في معبد حورس بإدفو، تنتظم أعمدة الرواق الكبير الاثنان والثلاثون، بهيئتهم النباتية، في أزواج. وهناك أربعة وعشرون عموداً تنتظم في أزواج على كل جانب من محور التماثل.

(سيرج سونيرون، وهنري ستيرلين Serge Sauneron et Henri Stierlin: "آخر المعابد المصرية القديمة Derniers Temple d'Egypte، إدفو وفيلة، باريس شين Chene، ١٩٧٥).

وفي الشكل ٣٦، ينتظم رسم ذلك العنصر المعماري بدءًا من خط رأسي  
أوسط في منتصف العامود، بحيث يقسمه إلى قسمين متساويين، والعامود عبارة  
عن دعامة أسطوانية الشكل، لها قاعدة وتاج، لرفع المبنى، والخط الأوسط المعلن  
بوضوح هو في الواقع محور التماثل لهذا الشكل.

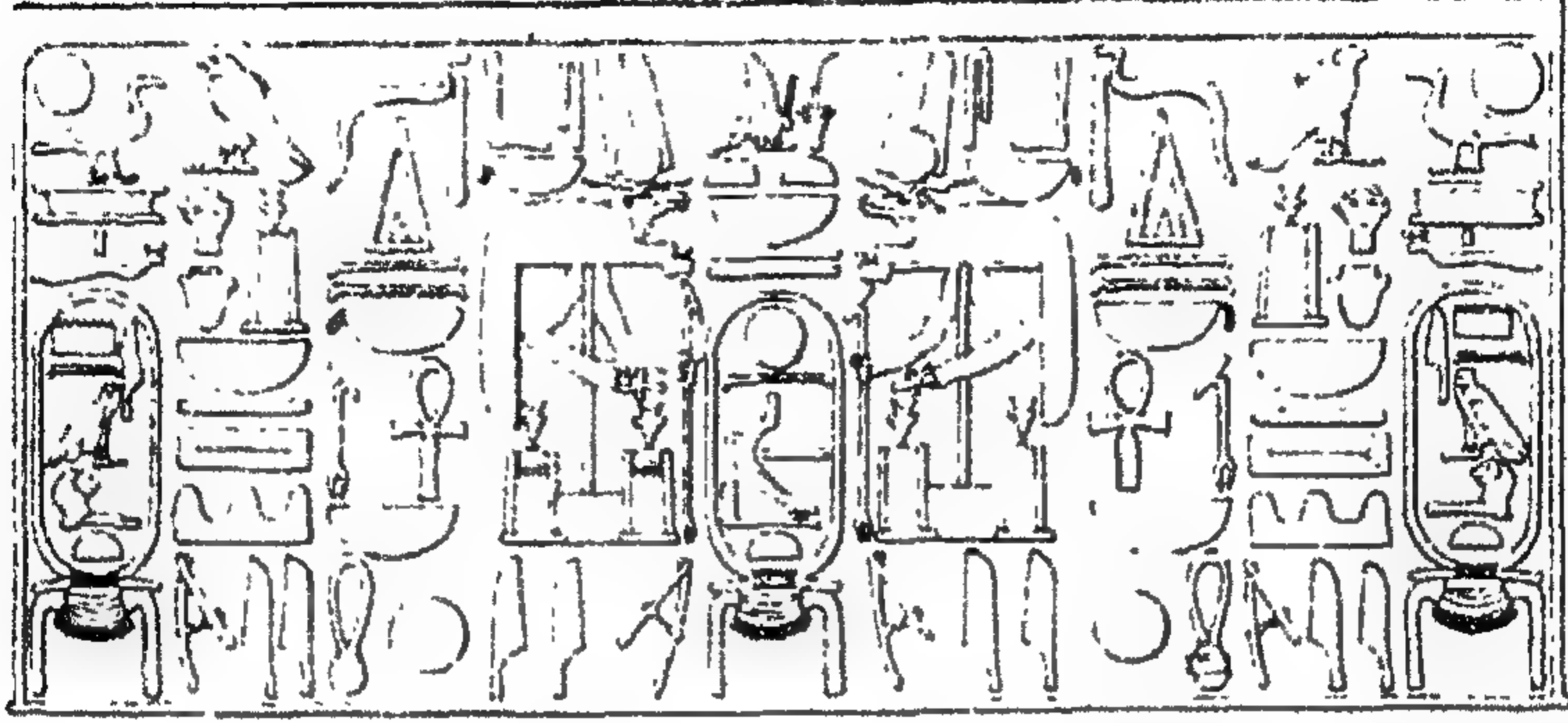
ومما لا شك فيه أن طبيعة الكتابة الهيروغليفية عند قدماء المصريين كانت  
وراء اختراعهم للتماثل، ونجد ذلك في اللوحات، والكتابات المحفورة، على المعابد  
وفي المنشآت المعمارية.



شكل ٣٦: رسم تخطيطي لعمود في هيئة نبات البردي على بلاطة من  
الحجر الجيري astracon من أحد معابد الدير البحري، عصر الرعامسة  
(١٣٠٥-١٠٨٠ ق.م).



لقد كان للمصريين القدماء عقلية شديدة الميل إلى التماثل فى إنجازاتهم،  
تطمح دوما لتحقيق توافق و هارمونية بتوليفات معينة ونسب منتظمة فى فنون  
الكتابة المحفورة، والعمارة، والنحت المجسم أو البارز relief، والنصوص الأدبية،  
والطقوس.



شكل ٣٦ مكرر: كتابة متماثلة من عهد أمنمحات الثالث Ammène`mes III (١٨٤٢-١٧٩٣ ق.م) الأسرة الثانية عشرة.

وتلك الكتابة التذكارية المحفورة من عصر أمنمحات الثالث (١٨٤٢-١٧٩٣ ق.م)، وقد عثر عليها فى الفيوم فى بلدة كروكوديلوبوليس Crocodilopolis (البلدة التى يخرج فيها التمساح الذى خرج من بين الأمواج مثل الشمس كان سيد العالم)، متماثلة بالمفهوم الرياضى، فالأحرف الهيروغليفية قد انتظمت فى تناظر نقطة بنقطة، وعنصرا بعنصر، وحرفا بحرف، وعلى مسافة متساوية من النص المركزى (ملك مصر العليا والسفلى، وسيد القطرين، نيمات رع Nèmaât Râ)، وربما كان على مجموعة الأحرف التى على يمينه، وتعنى المحبوب ("مرى mry الحبيب bien aimé) أن يكون لها وجهة مخالفة.

وقد كرس أمنمحات الثالث نفسه للإنجازات الكبرى، وكانت الفيوم مزدهرة فى عصره، وقد بنى هناك هرمه ومعبد الجنائزى المعروف بالتيه عند اليونانيين (Le Labyrinthe " de Grecs - هيرودوت II,148).



## IX

### المضلعات المنتظمة

#### Polygones réguliers

١ - المضلع المنتظم: يقال للمضلع إنه منتظم إذا كانت:

أ- أضلاعه متساوية.

ب- زواياه متساوية والمربع على سبيل المثال عبارة عن مضلع منتظم تكون أضلاعه الأربعة متساوية.

ج- إذا ما قسمته الدائرة إلى أقسام متساوية، فإن الأوتار التي تربط بين نقاط التقسيم المتعاقبة تكون مضلعا منتظما.

د- كل مضلع منتظم يمكن رسمه داخل دائرة.

هـ- كل دائرة في السقف الفلكي لمقبرة سينينموت (الأسرة الثامنة عشرة حوالي عام ١٥٠٤-١٤٨٣ ق.م.) مقسمة إلى أربعة أقسام متساوية، ثم إلى أربعة وعشرين قطاعا، ويكفى أن تصل بين نقاط التقسيم المتتالية كي تحصل على مضلع منتظم داخل كل واحدة من الدوائر الأربع في السقف الفلكي لمقبرة سينينموت. والأصل هناك: هو نقط التقسيم المتتالية.

وكل مضلع ناتج بتلك الطريقة يكون أوتوماتيكيا مرسوما داخل دائرة. ولو كان المهندس الفلكي المصري القديم قد ربط بين نقاط الأقسام المتتالية لكل دائرة، لكان سيحصل على مضلعات محدبة منتظمة بنفس أعداد الأضلاع المتساوية والمتشابهة. فالأشكال المرسومة تضم كل الشروط الرياضية لذلك.





## X

### التشابه والتماثل

#### Homothétie et similitude

١ - تكبير وتصغير الشكل: فلنتفحص تلك الحالة. تكبير أو تصغير الشكل  $F$  بنسبة  $K$ ، حيث يمكن من خلال المقياس  $K$ ، إنشاء شكل  $F'$  يماثل الشكل  $F$ ، وتكون  $K$  هي نسبة هذا التماثل. ولذا:

١ - يتم استخدام مقياس رسم أو مقياس عشري أو زاوية تصغير، أو نستخدم فرجار تصغير.

ب - من الممكن استخدام المنساخ (البانتوجراف Pantographe)، وهو أداة تستخدم لنسخ شكل مماثل لشكل معطى.

ج - يتيح التصوير الفوتوغرافى أيضا تصغير وتكبير الرسومات.

٢ - كيف تصرف المصريون القدماء لتصغير وتكبير الرسومات؟ إن ذلك يتعلق بمشكلة رياضية تتضمن التشابه والتماثل والتناسب.

لقد استخدم المصريون القدماء طريقة علمية يقال لها طريقة المربعات، كانوا هم أول من ابتكروها فى تاريخ الهندسة على مستوى العالم، وكان ذلك فى عصر الأسرة الأولى (حوالى عام ٣٢٠٠ ق.م).

وتتلخص تلك الطريقة في أن المهندس المصرى القديم كان يضع الشكل المطلوب داخل مربعات يختارها بمقياس معين، وكان الشكل النهائى المرسوم هو نقل الشكل المسودة. أما مربعات التناسب فكانت في عصر الأسرة التاسعة عشرة، وفيها تمت إضافة ارتفاع قلنسوة الجمجمة، وابتداءً من الأسرة السادسة والعشرين وصل عدد المربعات ٢٢ مربعا. وكان الرسامون المصريون ينفذون أفكارهم (موتيفاتهم) دون أى خطأ بفضل قانون النسبة والتناسب، وكان ذلك أسلوبا هندسيا بالطبع.

كان تحديد نقط تلاقي الرسم مع المربعات يتم بدقة. ولم يكن فى استطاعة الرسام، حتى لو كان مبتدئا أو تعوزه المهارة، أن يرتكب أى أخطاء فى النسب والأبعاد، فالرسم المصرى القديم كان تتويجا لمسيرة منطقية، ورياضية، وعقلانية.

لقد كان الرسم الفرعونى نسقا عقلانيا تمت دراسته بكل دقة : " .. لقد أدركنا فعلا، وبعد مرور آلاف السنين، ومعنا فنانون التكعيبية الأكثر عصرية وحدائية، أن الفنانين الحاليين يبحثون فى نفس القواعد والأصول التى اكتشفها المصريون القدماء وقاموا بصياغتها منذ أقدم العصور، وأنها تختلف كلية عن مدارس الفن فى جميع البلاد الأخرى.. " (مارسيل بو Marcelle Baud، خاصية الرسم فى مصر القديمة Le caractere du dessin en Egypt ancienne، باريس Adrien – Maisonne، ص ٩٠٠).

فى عام ١٩٢٩، قام المصور (السويسرى) الألمانى باول كلى Paul Klee (١٨٧٩-١٩٤٠)، والذى مر خلال مسيرته الفنية من السيريالية إلى التجريد، برحلة إلى مصر. وكان قد ترك مدرسة الباوهاوس Bauhaus (التى أنشأها المعماري فالتر جروبيوس Walter Gropius عام ١٩١٩) عام ١٩٣١. ولنقرأ معا فقرة من كتابه بعنوان "نظرية الفن الحديث Theorie de L'art moderne، جنيف، Editions Gonthier، ١٩٦٤، ص ٤٩..". لقد بدأ عالم الفنون التشكيلية الأوروبى يتفهم بالكاد أن الدقة التى أسبغتها الأقدار على الحدس Intuition

صارت سمة للسمو والتفوق!!.. "دروس فى الجبر والهندسة، دروس فى الميكانيكا (الاتزان والحركة)، نُعلِّمنا كيف نرتبط بالجواهر، بالوظيفية وليس بالانطباع الخارجى. إن المرء ليتعلم كيف يرى خلف الواجهات، وكيف يقبض على الشيء من جذوره، كيف يتعرف على القوى الغامضة، وما قبل تاريخ المرنبيات، وكيف ينقب عن الأعماق، وكيف يظهر الأشياء مجردة تحت الضوء، وكيف يقيم الدلائل، ويجرى تحليلاته (...). يتعلم كيف ينظم الحركة فى سياقات منطقية. يتعلم ما هو المنطق.

كم من نقاط وطاقات، تتحرك فى اتجاهات خطية، ومستوية، وفراغية، قد ولدت، مثل عناصر بعينها فى فن الرسم، والفن التشكيلي، من الهندسة المصرية القديمة. إن باول كلى لم يفعل أكثر من إصراره على اكتشاف قانون للنسب من مصر القديمة، ولقد كان ذلك بفضل الهندسة التى نشأت وتطورت منذ عصور مبكرة فى تلك البلاد.

لقد كانت هناك قوانين هندسية للرسم المصرى القديم : أسلوب "الرسم بالمربعات"، والذى كان يتيح حساب نسب الأشكال، والموتيفات، بكل دقة وصرامة. فى الوقت الذى لم يكن هناك قانون هندسى للرسم فى بلاد ما بين النهرين (Elam, Sumer, Babylonie, Assyrie, chaldée, etc.: Henri Frankfort, The Art and Architecture of the Ancient Orient. - (الفن والعمارة فى الشرق القديم)، 1977, édit. De Benguin Books, "the pelican Historey of Art" (1954.édition.).

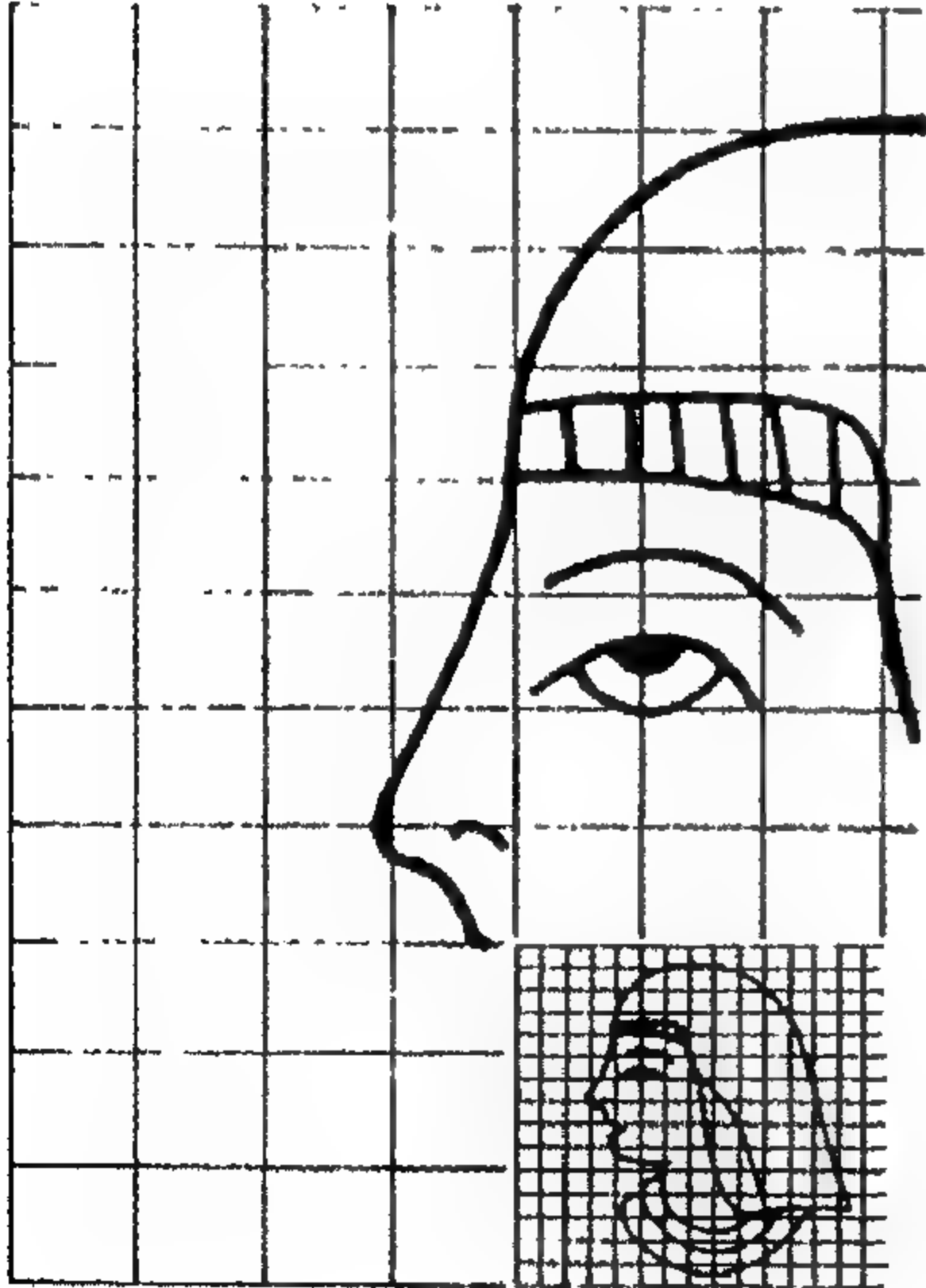
وهناك لوحات تصويرية، وأعمال نحّية مصرية قديمة غير مكتملة احتفظت بالمربعات المرسومة عليها، مما يظهر بالفعل طريقة المربعات التى كانت متبعة لتكبير وتصغير شكل ما: وكانت هناك علاقة تماثل نتيجة لذلك بين الكروكي الأولى والرسم النهائى. وهو تطبيق من التطبيقات الهندسية. ويمكن للمرء أن يطلع أيضا على الكروكيات الموجودة فى مقبرة ناخت Nakht (رقم ٥٢)، كاتب وفلكى

آمون، وكذا مقبرة كينامون Kenamon (رقم ٩٣)، كبير أمناء أمنحتب الثانى  
Amenophis II، ومقبرة راموزى Ramose (رقم ٥٥)، وزير وحاكم طيبة فى  
أوائل عهد أخناتون.

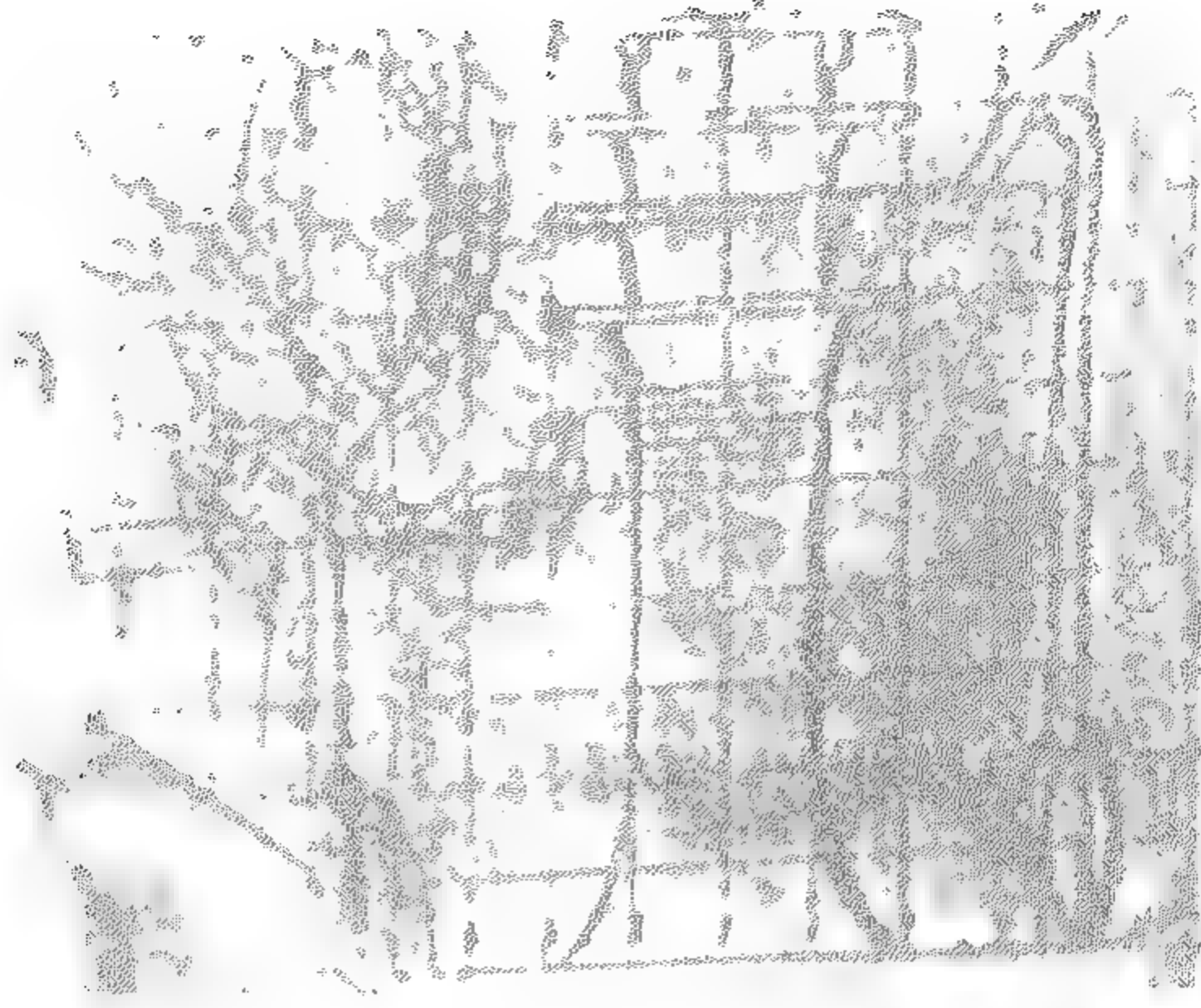
وقد قام الشيخ أنتا ديوب بعمل نسخ من تلك البلاطات لأشكال وصور من  
الأسرة الثامنة عشرة، مع تخطيطات تربيقات أخرى، والتي قام بدراستها إرنست  
ماكاي Mackay Ernest عام ١٩١٧ (C.A.Diop, Civilisation ou Barbarie)  
(شيخ أنتا ديوب، الحضارة أم البربرية)، باريس، Presence Africaine،  
١٩٨١، ص ٣٧٩-٣٨٣).

لقد كانت طريقة المربعات المصرية القديمة عبارة عن أساليب إسقاط فى  
رسومات هندسية Projection طبقا لقانون النسبة والتناسب فى نظرية الفن  
المصرى القديم. والواقع أن مصر الأفريقية، قبل كل مدارس الفن فى منطقة البحر  
المتوسط القديم بوقت طويل، قد تصورت وفهمت وأوضحت الجمال الفنى كنتاج  
للتناسب المتوافق بين الأجزاء لكل جامع.

وبدون أدنى شك، فقد استلهمت اليونان القديمة الكوروا Kouroi  
(من النظرية والتطبيقات الجمالية - الهندسية لوادى النيل).



شكل ٣٧: كان المصريون  
القدماء يستخدمون طريقة المربعات  
LeQuadrillage تكبير وتصغير  
الرسومات، وأعطوها تلك الأبعاد  
الصرحية التى ظلت ماثرة إعجابنا حتى  
الآن، وبالطبع كانت هناك نسبة تماثل  
هندسية، بين الرسم النهائى الذى كان  
يتم تكبيره (أو تصغيره)، وبين  
الكروكى.

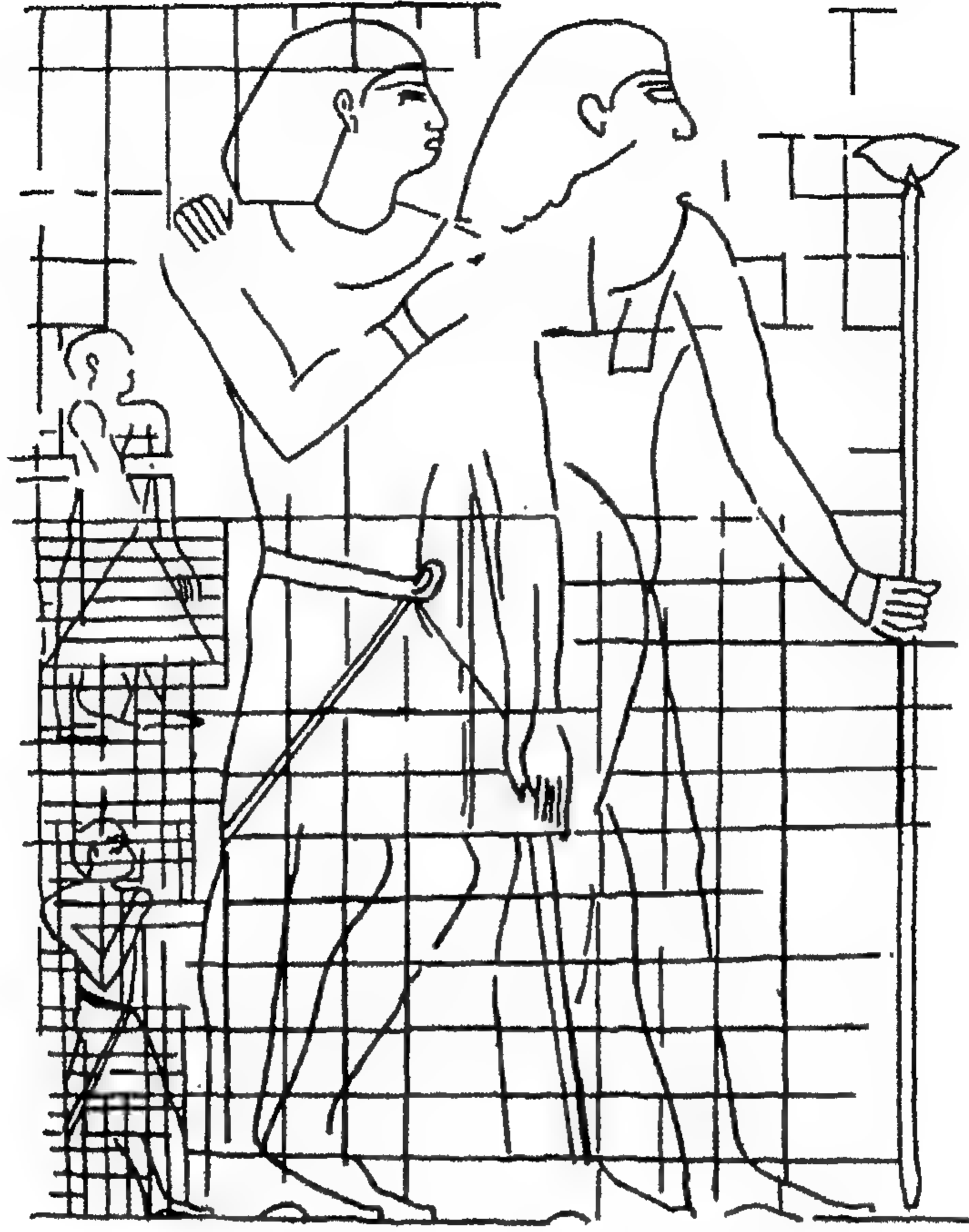


شكل ٣٨ أ. مسوده رسم رموز ميروسييه. واسبحه الهندسية كانت تتيح الحصول على نسب دقيقة للرموز، وبذا كان يسهل نقلها على الجدار حتى يتم نحتها أو حفرها حفرا بارزا. رقعة من الحجر الجيرى، الدير البحرى (الأسرة الثامنة عشرة فى عهد حتشبسوت، ١٥٠٤-١٤٨٣ ق.م).



شكل ٣٨ ب: عمل فنى من معبد حتشبسوت (١٥٠٤-١٤٨٣ ق.م)، يمثل نفس الرموز فى الشكل، والتي ربما كانت مستخدمة كموديل. وتعنى تلك العلامات الهيروغليفية: الحياة "عنخ ankh"، الاتزان "دجيت djed"، القوة "واس was", "ouas".



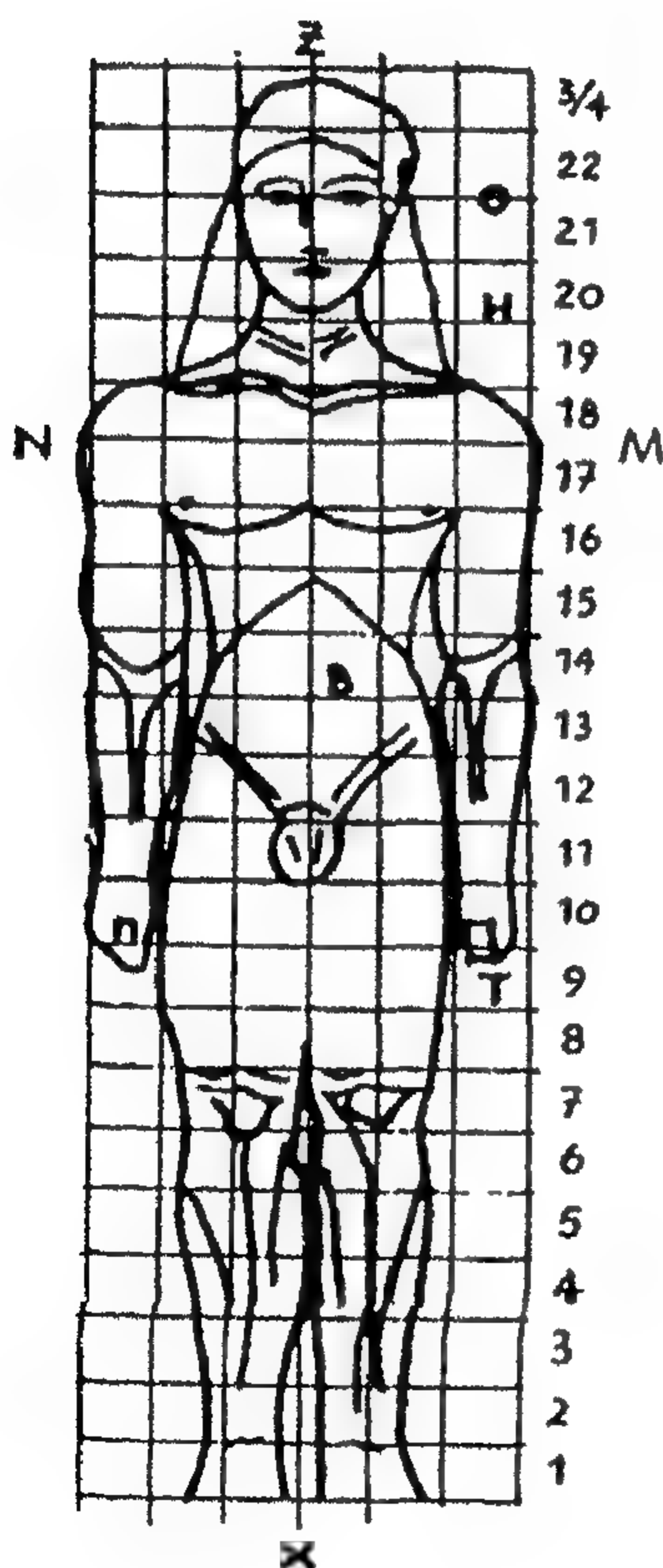


شكل ٣٩: مير (Meir the rock of tombs of Meir, II, pl. II Blackman) صخرة مقابر مير).

إن طريقة المربعات لتصغير أو تكبير رسم ما، هي أحد ابتكارات المهندسين المصريين القدماء، وكل ذلك قد جاء من مصر مباشرة، من هندسة ذلك البلد الأفريقي: - "In the history of Western art the canonical tradition is indeed the only real and direct Egyptian inheritance - the true - legacy of Egypt - (.. وسنجد أنه على مر تاريخ الفن في الحضارة الغربية، لم

يكن هناك فى الواقع سوى تقاليد القواعد والقوانين والمعايير كميراث مصرى حقيقى ومباشر - وصية مصر الحقيقية!!) - (إريك إيفرسين Erik Iversen - تقاليد القواعد والقوانين The Canonical Tradition - ضمن كتاب شامل حرره ج.ر. هاريس J.R.Harris بعنوان ميراث مصر The Legacy Of Egypt، أكسفورد، مطبعة كلاريندون Clarendon، الطبعة الثانية، ١٩٨٨، ص.٨١).

الترجمة عن النص الفرنسى: فى تاريخ الفن الغربى، كانت التقاليد المعيارية للنسب والتناسب (للتماثيل والأعمال النحتية) فى الواقع هى الميراث الحقيقى والمباشر - وصية مصر الحقيقية. دونما أى تراث آخر!.



شكل ٤٠: كوروس أيونى ionien

kouros، بمعنى ابن، وصبى، وكوروبلاتوس koroplathos، بمعنى صانع التماثيل الصغيرة، وهنا تمثال لشاب يونانى عارى تم نقله بالرسم من خلال ٢٢ مربعا بقوانين النسبة والتناسب التى كان معمولا بها فى عهد الأسرة السادسة والعشرين (من عام ٦٦٤ - ٥٢٥ ق.م).



أ



ب

شكل ١٤ (أ): تمثال رانفير Ranefer (رانوفير Ranofer)، كبير الكهنة  
لأمنحتب (حوالي ٢٥٠٠ ق.م).

حجر جيري ملون، الارتفاع ٨٠ سم، متحف القاهرة أسلوب غير مزخرف  
تلمس فيه الإحساس بالحجر.

شكل ١٤ (ب): كوروس أتيكي attique (حوالي عام ٦٠٠ ق.م) والتمثال من  
الرخام وارتفاعه ١,٨٤ متر. نيويورك - متحف الميتروبوليتان رقم 32.11.1.  
Fletcher Fund، ١٩٣٢، وتلمس فيه التأثير بالنموذج المصري.



شكل ٤٢ (أ): تمثال مصري من الحجر

شكل ٤٢ (ب): تمثال يوناني لشاب عار، كوروس، من منطقة دلفي Delphes

والملاحظ أن الشكل (أ) هو نموذج للشكل (ب). انظر جون بوردمان John Boardman. The Greeks Overseas. The Archaeology of their Early Colonies and Trade (اليونانيون عبر البحار. علم الآثار في مستعمراتهم وتجارتهم الباكرة). Penguin Books، طبعة ١٩٧٣، ص. ١٤٣ شكل أ، ب.

وقد روى لنا ديودور الصقلي Diodore de Sicile عن اليونانيين الذين كانوا في وادي النيل ليتلقوا دراستهم: ليكورج Lycurgue، صولون Solon، أفلاطون Platon، فيثاغورث Pythagore، أونوبيدس Oenopide، ديموقريتس Democrite، أيودوكس من مدينة سنيد Eudoxe de Cnide... إلخ. ويذكر المؤرخ اليوناني أيضا اثنين من النحاتين تعلمتا حرفتهما في مصر، وهما ابنا

رويكوس Rhoecus: تيليكليس Tèleclès، وتيودور Théodore، واللذان نفذا تمثال أبولو الدلفي Apollon Pythien لمواطني جزيرة ساموس Les Samiens. ويتذكر ديودور الصقلي قوانين النسبة والتناسب في مصر القديمة قائلا: "... وللوصول إلى تلك النتيجة، قام النحاتون المصريون القدماء بتقسيم الجسم البشري كله إلى واحد وعشرين وربع جزء، وانطلاقاً من ذلك التقسيم، أخذوا ينفذون جزءاً جزءاً من مجموعة الأشكال (...). وعلى هذا فيتضح أن الأسلوب الذي اتبع في تنفيذ تمثال ساموس كان مأخوذاً من الطريقة المصرية القديمة..."

(ديودور الصقلي Diodore de Sicile، Livre I,II partie,xcviii)



## XI

### المساحات

#### Les aires

- ١ - المساحة Surface: فى الرياضيات، تعنى جزءا من مستوى أو فراغا.
- المسطح Superficie. هو امتداد سطح ما (والكلمة فى اللاتينية تعنى سطحا).
- المساحة Aire. (فى اللاتينية area تعنى سطحا سويا surface unie)،  
هى المسطح، أى امتداد سطح شكل ما.
- ويعنى ذلك أنه فى اللغة السائرة تشير المساحة لنفس معنى السطح  
والمسطح، أما فى الرياضيات، فتقتصر كلمة مساحة على قياس سطح الشكل.
- ٢ - سطح شكل مستوى (للقياس): هو الجزء من مستوى يضمه محيط ذلك  
السطح.
- ٣ - قياس السطح: قياس سطح مثلا، هو حساب عدد الوحدات أو الأجزاء  
التي يحتوئها.
- ٤ - وحدة المساحة أو السطح: طالما تم اختيار وحدة للطول، فإن وحدة  
المساحة تكون عبارة عن مساحة مربع ضلعه هو وحدة ذلك الطول.
- مثال: فى النظام المترى، تكون وحدة الطول هى المتر، وبذا تكون وحدة  
المساحة هى مساحة مربع طول ضلعه متر أى مترا مربعا (م<sup>٢</sup>).

ه - الكلمة الهيروغليفية أحت 3ht، أحييت ahēt، حسب استخدامها في الرياضيات.

لأبد أنها كانت تفهم على أنها جزء معين من مستوى أو من حيز: وتلك هي المساحة، أو امتداد السطح (المسطح La superficie)، وأيضا قياس المسافة لشكل مستوى (المساحة L'aire).

أما في وقتنا الحالي، فإن كلمة مساحة aire تعني سطحا سويا مجهزا لدرس السنابل (البيدر أو الجرن). إلا أنه في عالم الرياضيات سنجد أن نفس الكلمة تعني قياس مساحة شكل هندسي.

لو لم يقدّم المتخصصون الغربيون في الرياضيات الفرعونية بإجراء تغيير جذري في عقليتهم ولم يتمسكوا في عناد بالمعنى الشائع لكلمة أحت 3ht، أحييت ahēt "حقل"، في الهندسة المصرية القديمة لكان مسموحا بكل الحماقات في الترجمة، وعلى سبيل المثال:

- "مثلث مقطوع من الأرض un triangle coupé de terre" كترجمة "جزء من مستوى une portion de plan".
- "حقل مستدير Une champ round" كترجمة "شكل مستوي دائري Une figure plane circulaire". وهل كان المصريون القدماء يزرعون في يوم من الأيام حقولا مستديرة!!؟
- "مثلث من الأرض Un triangle de terre" كترجمة "شكل مستوى مثلث une figure plane triangulaire". وإذا ما تكلمنا بلغة الرياضيات، فإن "مثلث من الأرض triangle de terre" لن يحمل من المعنى ما هو أكثر من "مثلث من السماء triangle de ciel"، أو "مثلث من الماء triangle d'eau".

٦- لقد كان المصريون القدماء يفهمون عملية قياس المساحات على الوجه الأكمل. والواقع، فإن التعبير ptr . peter ahēt.ef 3ht.f "ما هو مساحة كذا؟" يشير بوضوح إلى أنه سؤال لحساب iri المساحة (أحت 3ht) لشكل مستوى معطى.

٧- كانت وحدة الطول هي المضاعف الأساسى للذراع Coudée. بمعنى أن وحدة ht، خيت khet (قضيبي vergē)، كانت تساوى ١٠٠ ذراع. ووحدة المساحة Setet، كانت تساوى ١٠٠ ذراع مربع (والتي كان اليونانيون يسمونها "أرور aroure"، رغم أن تلك الأرور لم يرد ذكرها في نظام القياس اليوناني الكلاسيكي نفسه). وبذا كانت السيتات هي مقياس المساحة الذي يساوى خيتا khet مربعاً، ويساوى ١٠٠ ذراع مربع، أى ٢٧٣٥ متراً مربعاً، أو حوالى ١/٤ هيكتار (ها ha) يساوى هيكتوميتر مربع (هم ٢ hm2):  
 ١ها = ١هم = ٢ = ١٠٠٠٠ متر مربع.

أما المضاعف الذى كان أكثر استخدام السيتات فهو ها ha، خا kha. ويساوى ١٠٠٠ ذراع مربع، ١٠ آرورات، أى ٢٧٣٥ متراً مربعاً.

٨- لقد احتشدت كل إمكانيات الرياضيات لحساب مساحات الأشكال الهندسية المستوية المعروفة: وكانت المفاهيم نفسها للمساحة، وقياس مساحة ما ووحدة المساحة على النحو التالى:

أحت 3ht، أحت ahēt "سطح"، "مساحة"، "مسطح".  
 ptr 3ht.ef، بتير أحت إف peter، بتير أحت إف ahēt.ef، "ما هي مساحة (كذا)؟"

ht، خيت khet، وحدة الطول: ١٠٠ ذراع.  
 ستيت st3t، سيتات setat، وحدة المساحة: ١٠٠ ذراع مربع.

١ ha3 ، خا kha ، وحدة المساحة: ١٠٠٠ ذراع مربع والملاحظ أنه في الرياضيات البابليونية، لم تكن هناك علاقة قياس مباشرة بين وحدة الطول، ووحدة المساحة: فمن ناحية لدينا وحدة الطول أماتوم ammatum "الذراع"، وهي بطول ٥٠ سم تقريبا (وهناك أيضا وحدات قياس أخرى للطول مثل أوبانوم ubanumm "الإصبع" ويبلغ حوالى ٦,١سم، وكانوم qanum "القصبه"، وهي حوالى ٣ أمتار .. إلخ)، ومن جهة أخرى هناك وحدة المساحة "موس mus"، أوشاروم sharum، أى مربع وحدة الطول "حديقة"، وهي حوالى ٣٦ مترا مربعا (وهناك أيضا وحدات قياس أخرى للمساحة مثل "إيكم ikum" "حقل"، وهو حوالى ٣٦٠٠ متر مربع، وبوروم، ويبلغ حوالى ٦,٤٨ هكتار).

أما في مصر، فقد كانت وحدة المساحة هي مساحة مربع طول ضلعه يساوى وحدة الطول. وفي بابليون، لم تكن وحدة المساحة (موس/ شاروم، حوالى ٣٦ مترا مربعا) عبارة عن مساحة مربع طول ضلعه هو وحدة الطول (أماتوم "الذراع"، حوالى ٥٠سم). وفي مصر أيضا، كانت وحدة المساحة "سيئات" هي مساحة مربع يكون طول ضلعه هو وحدة الطول "خيت": والوحدة "خيت" تساوى ١٠٠ ذراع، كما أن الوحدة سيئات تساوى ١٠٠٠ ذراع مربع، أى مربع وحدة الطول خيت.

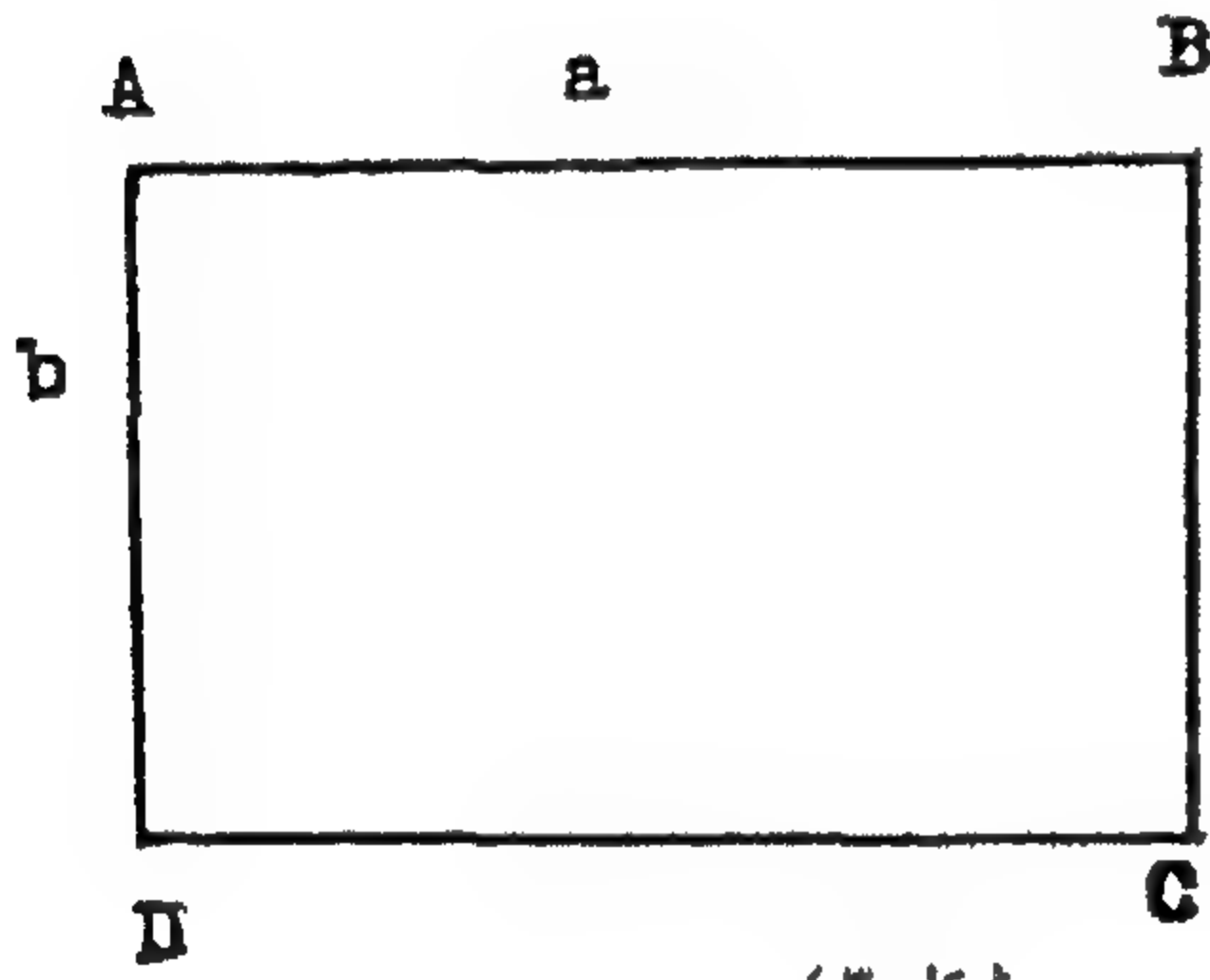
ويظهر بوضوح أن النظام المصرى القديم كان يسلك فى أدائه سلوكا مماثلا للنظام المترى، حيث إن وحدة المساحة هي مساحة مربع وحدة الطول: فالمتري المرتب يرتبط مباشرة بالمتري الطولى، مثل الذراع المربع (سيئات) مع قيمة الذراع الطولى (خيت). وربما كان النظام المترى (الغربى) بذلك أكثر قربا مع النظام المصرى القديم عنه مع النظام البابليونى. إنه لتاريخ حق وعلمى للهندسة، بمعنى أنه تاريخ دون انحياز أو تعصب، ودون أيديولوجيات زائفة رسخت فى الذهن، من خلال التربية والثقافة، منذ الطفولة، ومن الطبيعى أن يأخذ فى حسبانته كل تلك المكتسبات الموضوعية والصحيحة. ومن الواضح أيضا أن الموضوعية العلمية هي فى الوقت نفسه انتصار ثقافى وأخلاقى.

## XII

### مساحة المستطيل

#### Aire du rectangle

١ - مساحة المستطيل: حسب النظرية فإن مساحة المستطيل تساوي حاصل ضرب طول ضلعيه.



شكل ٤٣

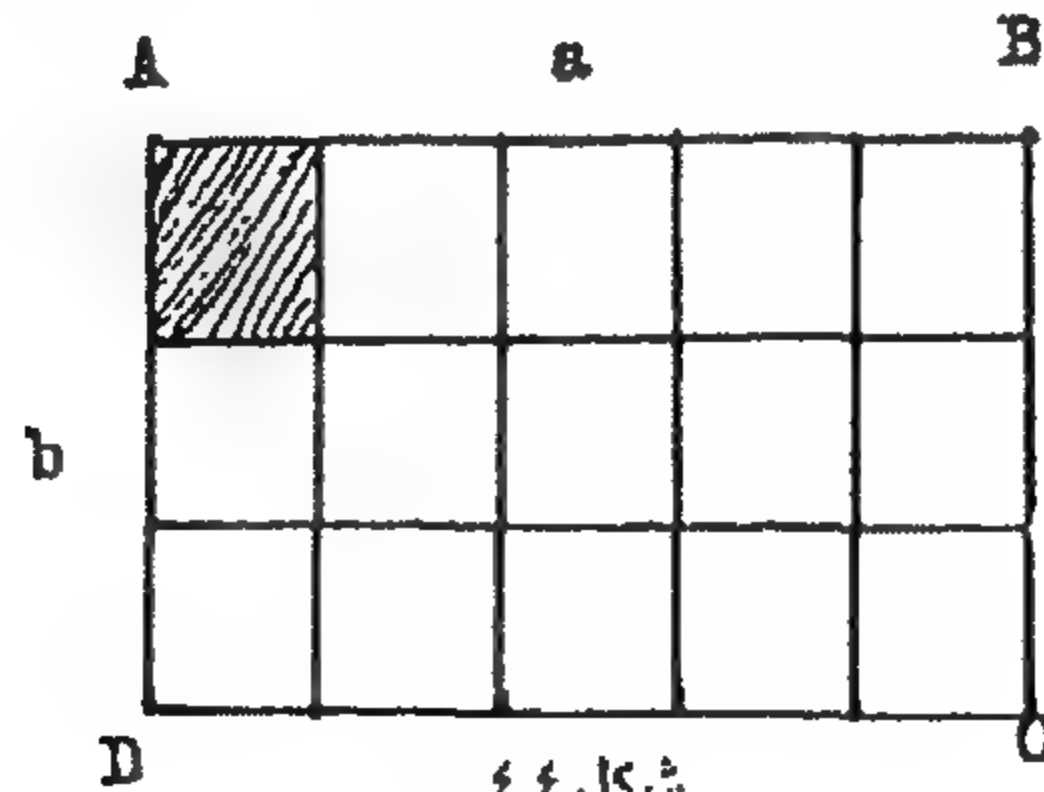
المستطيل ABCD

$$AB = a$$

$$AD = b$$

$$S = a \times b$$

مثال واقعي وبرهان لصياغة النظرية. الضلعان  $a$  و  $b$ ، الطول والعرض على النحو التالي:  $a = 5$ ،  $b = 3$  وإذا ما قسمنا  $a$  إلى خمسة أجزاء متساوية،  $b$  إلى ثلاثة أجزاء متساوية. فإن كل جزء من تلك الأجزاء سيكون مساويا لوحدة الطول.



شكل ٤٤



ومن خلال نقط التقسيم، نرسم خطوطا موازية للأضلاع AB و AD: وبذا ينقسم المستطيل ABCD إلى  $3 \times 5$  (أو) ١٥ مربعا مساوية لوحدة المساحة. وتكون مساحته = ١٥ (أو  $3 \times 5$ ): وهو حاصل ضرب ضلعيه.

وإذا كانت وحدة الطول هي المتر فإن:  $a = 5$  أمتار،  $b = 5$  أمتار، و  $s = 10$  مترا مربعا.

يحتوى المستطيل ABCD ما قيمته ١٥ مرة من وحدة المساحة المباشرة فى الشكل، ووحدة الطول هي طول أى ضلع لأحد المربعات المباشرة.

٣ - تقوم المسألة رقم ٤٩ فى بردية راند Rhind بالضبط على حساب مساحة سطح مستطيل أبعاده: ١٠ خيت للطول، و ٢ خيت للعرض، وقد وضع الكاتب فى النص ٢ خيت بكل وضوح.

ونفس ذلك المقاس موضوع أيضا على الشكل المرسوم بمعرفة الكاتب. أما فى التنفيذ، فإن حساباته تلك شديدة الدقة قد نفذها بعرض مقداره "١" خيت فقط. ولذا كان يجب عليه أن يكتب ١ خيت فى النص، وعلى الرسم بدلا من ٢ خيت. ويكفى تصحيح الوضع طبقا لحسابات الكاتب نفسه، دون أدنى مبالغة.

هل مر الكاتب فى حساباته من وحدة الطول (الذراع) إلى وحدة المساحة (الذراع. المربع) ؟

كم هو سؤال هام، قادر وحده على الكشف عن الروح العلمية لدى الكاتب. فى الواقع لم يكن هناك سوى البرهان الرياضى، الذى هو صميم الحل الذى اتبعه الرياضى المصرى القديم.

٤ - من الضرورى أن نقرأ النص بكل دقة:

(١)

(٢)

(8)

11

2 khet

شکل ۴۵

### الترجمة:

(٢) إذا كان لديك (مى دد ن. ك mi dd n.k): شكل رباعي الأضلاع

(إِفْد ifd) له de (ن n) مسطح (أَحْت 3ht).

(۳) له de (ن n) ۱۰ خیت علی sur (ر r) ۲ خیت (مقاساته).

(۴) ماهی مساحتہ (بتر ایحت. ف ptr 3ht.f)؟

وعندما يكتب المرء: "مثال لحساب مساحة حقل ما.." "حقل رباعي الأضلاع.."، فيعنى ذلك أنه لم يفهم مفردات لغة الرياضيات في مصر الفرعونية.

والتعبير الرياضى  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$  إفدن H حت ifd n  
3ht، إيفيد إن أحيد ifed en ahēt لا يعنى "شكل رباعى الأضلاع فى حقل"،  
"حقل على شكل رباعى الأضلاع"، فهذا ليس تجريدا كافيا فى الرياضيات، ويجدر  
من الآن فصاعدا أن تكون الترجمة أكثر دقة: حساب مساحة شكل مستوى رباعى  
الأضلاع، فيعنى ذلك من الناحية الرياضية أن السطح المراد حسابه ليس به ميل أو  
انحراف gauche، بل هو مُتَضَمِّنٌ فى مستوى معين. وهنا المعنى الحقيقى لهذا  
التعبير، والذي كان يترجم دوما على نحو خطأ فى علم المصريات، حتى الآن.

وبالنظر إلى أبعاد ذلك المضلع الذى نحن بصددده، نجده مستطيلاً، والشكل الذى رسمه الكاتب المصرى القديم بنفسه يمثل مستطيلاً على أحسن وجه (إفد، إيفيد ifd, ifed).

٥ - والحسابات التى أجراها الكاتب المصرى صحيحة تماماً:

١٠ أذرع = ١٠٠٠ ذراع مربع ١ ذراع = ١٠٠ ذراع مربع

المساحة  $S = 1000 \times 100 = 100000$  ذراع مربع

ويتحرك الكاتب المصرى القديم فى سلاسة بين وحدة الطول ووحدة المساحة، فهو يعرف الصيغة  $S = a \times b$ ، والتى تستخدم على الوجه الصحيح لحساب مساحة المستطيل. ويعنى ذلك أن المستطيل المعنى يحتوى على ١٠٠٠ وحدة من وحدات المساحة.

والمسألة رقم ٦ فى بردية موسكو (مكتوبة حوالى عام ١٨٥ ق.م) تثير الاهتمام على نحو خاص، وقد ترجمها ريتشارد ج. جيللينجز (Richard J. Gillings ترجمة موجزة فى كتابه "Mathematics in the time of the pharaohs" (الرياضيات فى زمن الفراعنة)، نيويورك، منشورات Dover، ١٩٨٢، ص ١٣٧، ١٣٨).

إنها مسألة مستطيل. مساحته معروفة، والعرض معطى ككسر من الطول

$$S = 12, l = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \text{ de } L$$

والمطلوب فى المقام الأول، حساب  $L$  و  $l$ . ونجد أن  $L = 4$ ، و  $l = 3$

والخطوة الثانية، يكون مطلوباً أن نقيم زاوية المستطيل، أى من الخارج الجذر التربيعى للضلعين.

وفى الطريقة الحديثة سيتم تمثيل الأشياء على النحو التالى:

$$S = L \times 1 = L \times (1/2 + 1/4) \times L.$$

$$L \times (1/2 + 1/4) \times L = 12.$$

$$L^2/2 + L^2/4 = 12.$$

$$\frac{2L^2 + L^2}{4} = 12.$$

$$2L^2 + L^2 = 48.$$

$$L^2 (2 + 1) = 48$$

$$L^2 = 16.$$

$$L = 4.$$

ولقد كانت تلك هي بالضبط إجابة الكاتب المصرى حوالى عام ١٨٥٠ ق.م  
وبالنسبة للعرض يكون الحساب كالتالى:

$$1 = 4 (1/22 + 1/4)$$

$$1 = 4 (2/4 + 1/4)$$

$$1 = 4 \times 3/2$$

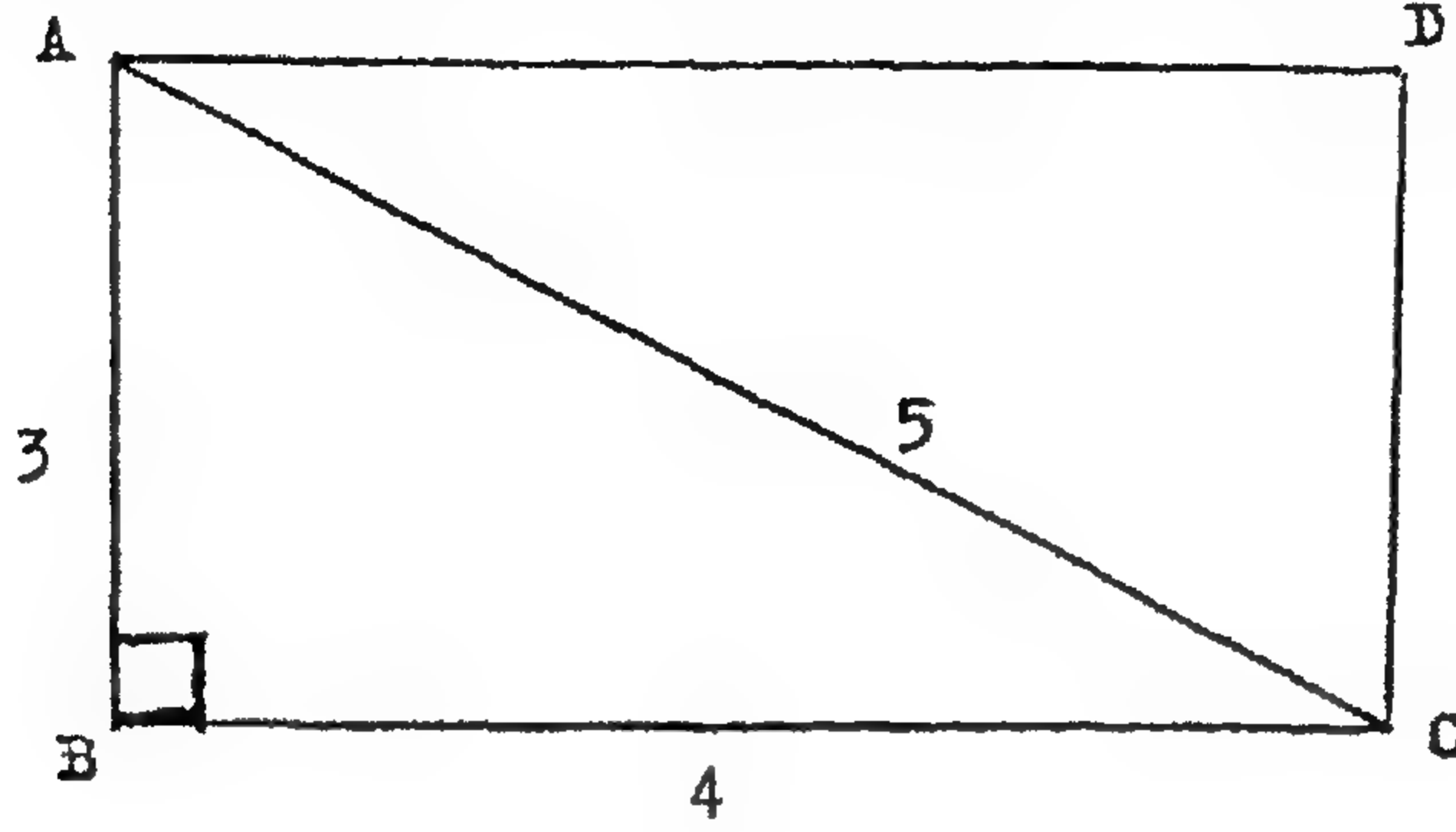
$$1 = 3.$$

ولقد كانت تلك بالضبط إجابة الكاتب المصرى حوالى عام ١٨٥٠ ق.م  
استخراج الجذر التربيعى لـ L، l:

$$L = 4 \quad \sqrt{4} = 2$$

$$L = 3 \quad \sqrt{3} = 1.73$$

ومن الممكن الآن إنشاء مستطيل معروفة مساحته وأطوال أضلاعه:



شكل ٤٦

وبرسم القطر AC، يمكن الحصول على المثلث قائم الزاوية ABC، وهو مثلث فيثاغورث الشهير المعروف للرياضيين المصريين القدماء قبل ميلاد فيثاغورث (حوالي ٥٨٠ - ٥٠٠ ق. م) بألف سنة.

$$AC = \sqrt{3^2 + 4^2}$$

$$AC = \sqrt{25}$$

$$AC = 5$$

$$\sqrt{5} = 2,236 \text{ والجذر التربيعي}$$

ولو كان تاريخ الرياضيات قد دُون بأسلوب علمي، بمعنى أنه لو كان دقيقاً وصافياً وموضوعياً، بدلاً من التشديق الدائم بمثلث فيثاغورث، فقد كان أولى بهم أن يذكروا المثلث المصري على نحو أكثر صواباً، لأن المصريين القدماء قد عرفوا، من الناحية الرياضية، ذلك المثلث، وكانوا ينظرون إليه نظرة تقديس، قبل ألف سنة من ميلاد الرياضي اليوناني الشهير، والذي يعزى إليه دون وجه حق ريادة اكتشاف ذلك المثلث، فالأسبقية في ذلك كانت أفريقية مصرية.



على أن من الثابت، أن أعظم كتاب السير الذين أرخوا لفيثاغورث قد ذكروا أنه تلقى تعليمه في مصر على يد كهنة تلك البلاد.

١ - .." لقد اكتسب (فيثاغورث) من المصريين، والكلدانيين، والفينيقيين، العلوم التي تسمى الرياضيات، لأنه من بين جميع الممالك في العصور القديمة، كان المصريون يبدون اهتماما بالهندسة، والفينيقيون يهتمون بعلوم الأعداد والحساب، والكلدانيون بالعلوم الفلكية (بروفير Prophyre، حياة فيثاغورث La Vie de Phythagore، باريس، la belle lettres، ١٩٨٢. نص قام بتحريره وترجمته إدوارد دي بلاس S. J.، Edouard de places، 6 &، ومحقق بمعرفة).

٢ - .." جذبت حياة الكهنة المصريين فيثاغورث، ورغب في مشاركتهم. وأخذ يرجو الطاغية بوليكراتوس Polycrate أن يكتب لأمازيس Amasis ملك مصر، وكان صديقا له ومضيفه، كي يلحقه بهيئة الكهنة. وتم له ما أراد. وبوصوله إلى مصر ومثوله بين يدي الملك، حصل على توصية من أمازيس للكهنة.. (بورفير، حياة فيثاغورث. مرجع سبق ذكره - ٧). وأمازيس هو أحد فراعنة الأسرة السادسة والعشرين من سايس Saide<sup>١</sup> (٥٧٠ - ٥٢٦ ق.م)، وبناء على توصيته، درس فيثاغورث على يد كهنة مصر في هيليوبوليس، وممفيس، وطيبة (ديوسبوليس Diospolis)، لمدة تربو على ٢٢ عاما.

٣ - .." وفي مصر، تردد فيثاغورث على الكهنة، وتعلم منهم الحكمة، واللغة المصرية، والطرق الثلاث التي كانوا يكتبون بها.. (بورفير، حياة فيثاغورث، مرجع سبق ذكره ١١، ١٢).

---

(١) عاصمة ملوك الأسرة السادسة والعشرين - مكان صالحجر الحالية، وكان أمازيس متعاطفا مع اليونانيين الوافدين إلى مصر ومنحهم مدينة دينوقراطيس على الشاطئ الشرقي من الفرع الكانوبي للنيل (البرلس والمعديّة حاليا)، وقد أقامت الجالية اليونانية بها وازدهرت كثيرا - المترجم.

لماذا يتجاهلون كل تلك الإنجازات الموضوعية، والتي لم تكن من قبيل الصدمات لليونانيين القدماء أنفسهم؟ ولماذا يتم تزوير التاريخ؟ لماذا يلوون عنق الحقيقة التاريخية؟ وباسم أى من تلك التحيزات الدائمة والأحكام المسبقة. ألن يكون هناك قدر أكبر من الأمانة العلمية والنزاهة الفكرية فى أيامنا هذه؟

## XIII

### مساحة المربع

#### Air du carré

١ - المربع هو مستطيل تكون جميع أضلاعه متساوية. وإذا كان ضلع المربع هو  $a$ ، فإن مساحته:

$$S = a \times a = a^2$$

٢ - وبذا تكون مساحة المربع هي مربع طول ضلعه.

٣ - في الهندسة المصرية القديمة، فإن كلا من المربع (إفد ifd) والمستطيل (إفد Ifd) عبارة عن أشكال رباعية الأضلاع (إفد ifd) تختلف فقط في الشكل والأبعاد، فالمربع تكون أضلاعه الأربعة متساوية.

٤ - وإذا كان المرء يعرف كيفية حساب مساحة مضلع كالمستطيل، يكون من السهل تماماً أن يستطيع حساب مساحة مضلع مثل المربع.

ولما كان الرياضيون المصريون القدماء يعرفون كيفية حساب حجم إسطوانة ذات قاعدة مربعة بكل دقة (والتي اعتاد علماء المصريات على نسبتها - على سبيل الخطأ - بالشونة المربع (صومعة العال))، وحيث أن مسألة إيجاد مساحة في بردية راند Rhind من الضروري ضرب مساحة القاعدة المربعة في الارتفاع للحصول على حجم الإسطوانة المعبأة. ومن ذا الذي كان في استطاعته أن يجد مساحة أكثر أو أقل من ذلك...؟ وما كانت تلك المعجزة أكد صحتها كما كانت في الحضارة المصرية القديمة. عالم الرياضيات.



## XIV

### مساحة المثلث

#### Aire du triangle

١ - تحتوى المسألة رقم ٥١ من بردية راند Rhind، على حساب مساحة المثلث، وعلى نحو خاص على طريقة أصيلة تماماً فى الحل لإثبات أن مساحة المثلث تساوى بالضبط نصف حاصل ضرب أحد الأضلاع فى الارتفاع المناظر.  
ولم يكن هناك إصرار بالمرة حتى الآن على الحل البرهانى للكاتب المصرى الذى يدعم الهندسة الخالصة.

٢ - فيما يلى نص المسألة رقم ٥١، فضلاً عن أن الحل دقيق للغاية:

(١) 

(٢) 

(٣) 

(٤) 

(٥) 

(٦) 

(٧) 

(٨) 

(٩) 



## الترجمة:

(١) مثال لحساب (المساحة) لمثلث (سببت spdt) فى (م m) مستوى (إحت 3ht).

(٢) إذا كان لديك (مى دد ن.ك mi dd n.k): مثلث (سببت spdt) له ١٠ أخيت تتعلق ب (حر hr) ارتفاعه (مريت س Mryt. S).

(٣) ٤ خيت ك (م m) قاعدته (تب-ر.س. tp-r.s.).

(٤) ما هى (بتر "quoi" ptr) مساحته (إحت.س 3ht.s)؟

(٥) الحل الصحيح (إيرت مى حبر irt mi hpr).

(٦) ستحصل (إيرى.حر.ك iri.hr.k) على نصف (غس gs) ل (ن n) ٤، ويكون (م m) ٢.

(٧) لكى (ر ز r) يعمل (رديت rdit) متوازي مستطيلاته (إيفد.س ifd.s).

(٨) ستعمل على النحو (إيرى.حر.ك iri.hr.k) بأن تضرب ١٠ فى ٢ (واإح تب ة ١٠ سب ٢ 2 sp 10 m 3h w).

(٩) هذه هى مساحته (إحت س بو 3ht.s pw: "مساحته، هى هذه").

٣ - وهكذا يتم الحصول على مساحة المثلث المراد:

$$S = \frac{a \times h}{2} \quad \text{أى}$$

$$S = \frac{4 \times 10}{2} = 20.$$

ويحسب الكاتب المصرى القديم أيضا ٢٠ على إثر إنشائه لمضلع باستخدام نصف طول القاعدة ٤.

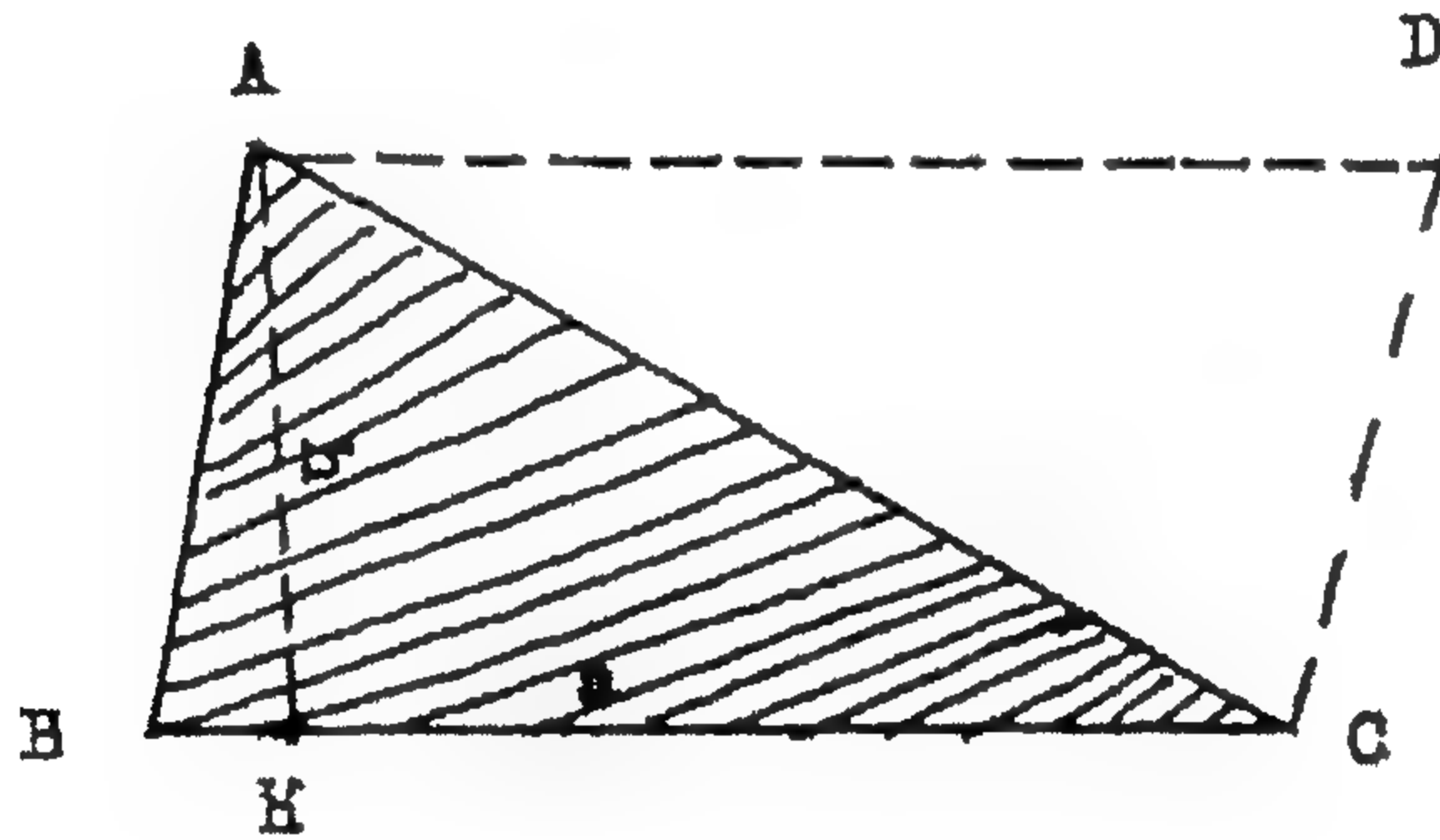
٤ - ما هو إذن منطق التفكير الهندسي عند الكاتب المصري القديم؟ إن المرء يستطيع أن يفهم منطقته من خلال المثال التالي:

مثلث ABC قاعدته  $a = BC$ ، وارتفاعه  $h = AH$ . تكون مساحته:

$$S = \frac{a \times h}{2}$$

من خلال النقطتين A و B، ارسم الخطين AD و CD والموازيين للضلعين BA و BC. والشكل المضلع ABCD عبارة عن متوازي مستطيلات، ويكون أحد أضلاعه a هو الارتفاع المناظر h، ومساحته  $a \times h$ . ويكون المثلثان ABC و CDA متساويين. ومساحة كل منهما هي نصف مساحة متوازي المستطيلات:

$$\frac{a \times h}{2} = \text{مساحة } ABC$$

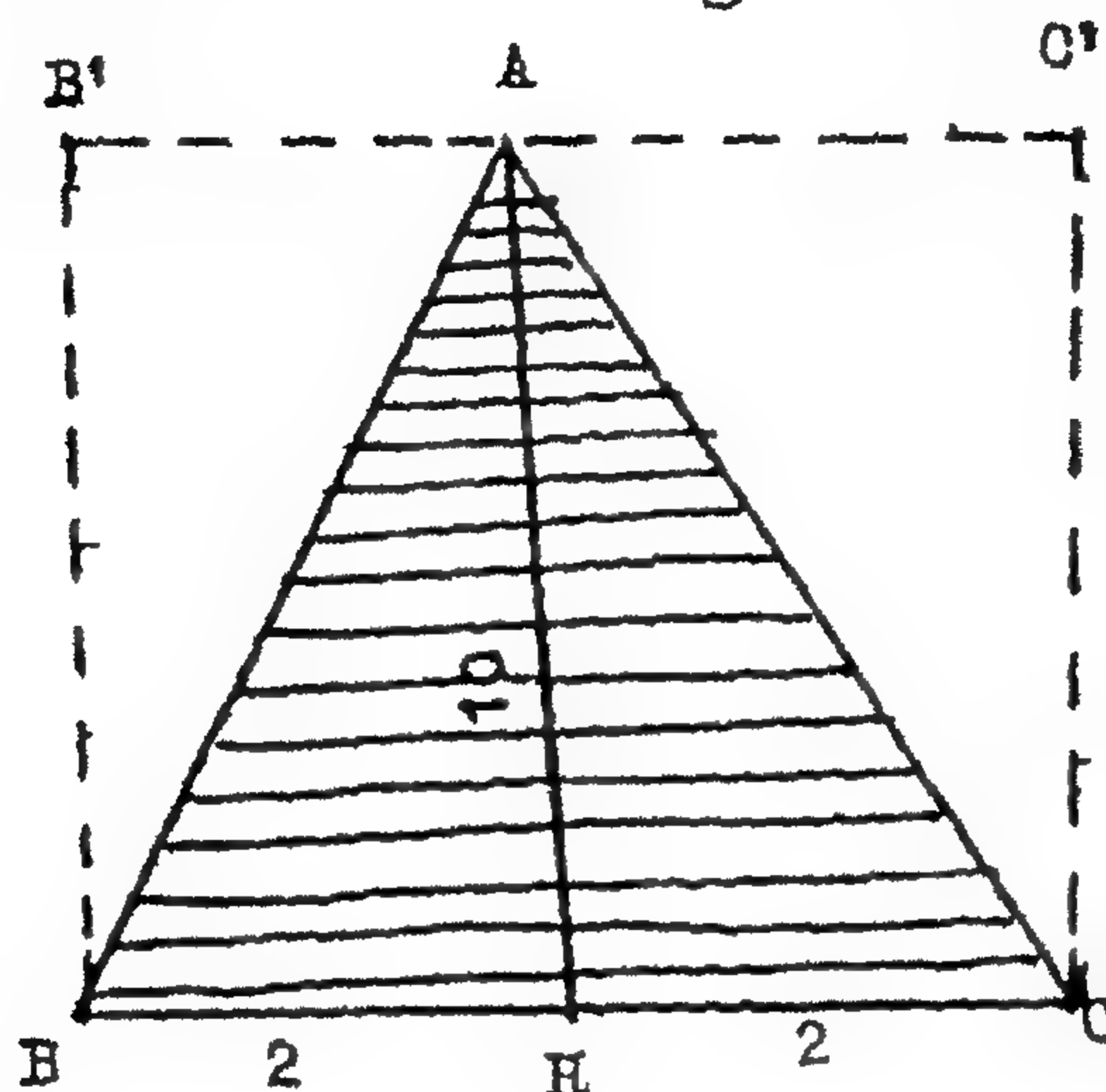


شكل ٤٧

٥ - وقد استطاع الكاتب المصري القديم أيضا أن يحسب مساحة المثلث من خلال رسم متوازي مستطيلات أو شكل رباعي الأضلاع (هنا مستطيل).

وطول قاعدة المثلث هي ٤، ويقوم الكاتب باستخدام كل واحد من نصف القاعدة، أي ٢، في رسم مستطيل، أي مثلثين متساويين بقاعدة ٢ لكل ضلع للمثلث الابتدائي، بحيث يشكل الجميع مستطيلا له ضلعان متساويان وارتفاع المثلث الابتدائي المهشور.

وتناظر نصف مساحة المستطيل مساحة المثلث  $S = a \times b$ ، أى  
 $4 \times 10 = 40$ ، ونصف الـ ٤٠ أى ٢٠.



شكل ٤٨

ويلحظ أن الكلمة جس، جيس gs,ges "نصف moitié"، تشير إلى  
 المفاهيم الهندسية لمعنى "نصف مشغول (نصف المنتج) demi product"،  
 ونصف المساحة.

## XV

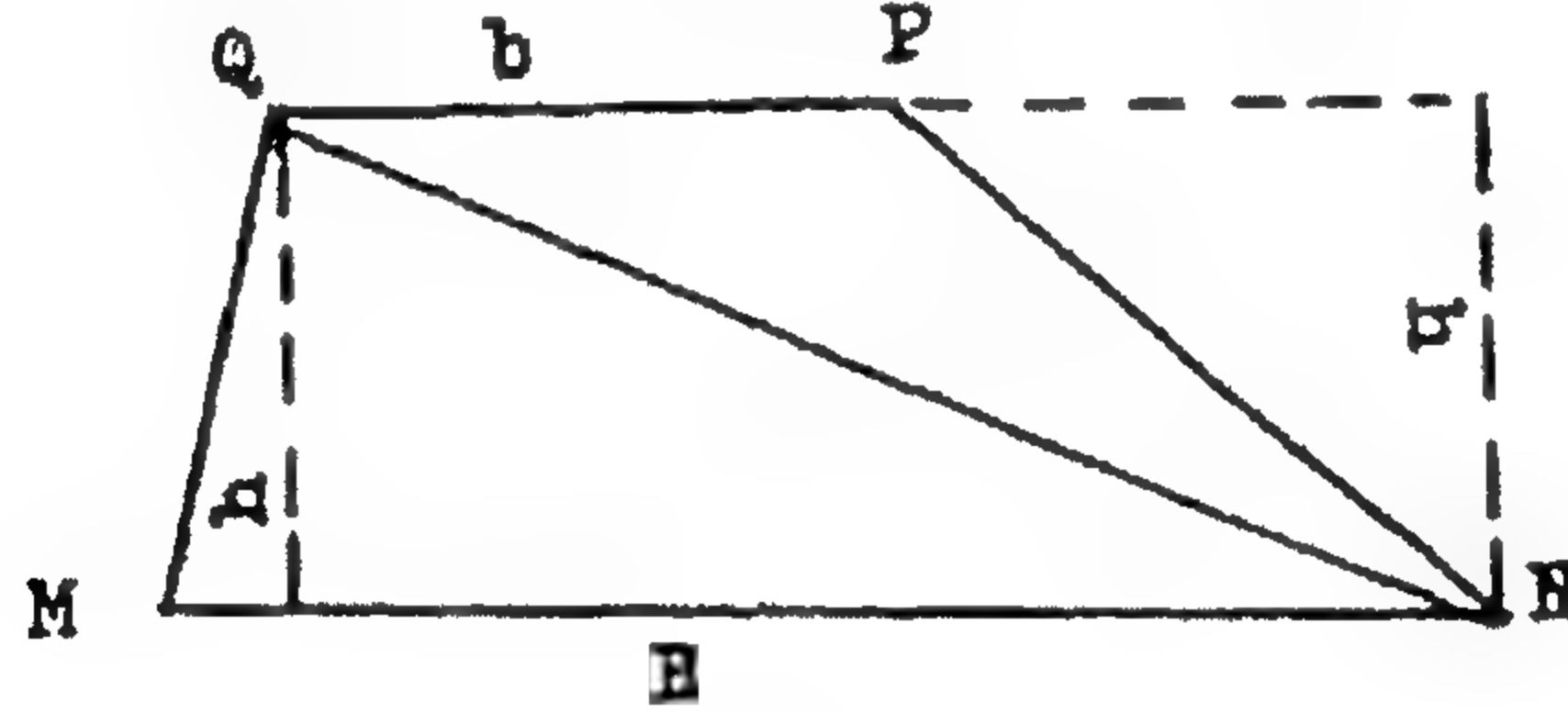
### مساحة شبه المنحرف

#### Aire du trapèze

١ - مساحة شبه المنحرف: النظرية كالتالى: تساوى مساحة شبه المنحرف حاصل ضرب متوسط القاعدتين فى الارتفاع

$$S = \frac{B+b}{2} \times h$$

٢ = ومن الممكن إثبات ذلك هندسيا فيما يلى. وليكن لديك شبه منحرف MNPQ، وقاعدته B و b، والارتفاع h. ارسم القطر QN.



شكل ٤٩

مساحة شبه المنحرف MNPQ هي مجموع مساحتي المثلثين MNQ و PQN.

$$S = \text{مساحة MNQ} + \text{مساحة PQN} = \frac{B \times h}{2} + \frac{b \times h}{2}$$

$$S = \frac{B + b \times h}{2}$$

٣ - وتتطلب المسألة رقم ٥٢ فى بردية راند Rhind حساب مساحة شبه منحرف ارتفاعه ٢٠ خيت، وطول قاعدته الكبرى ٦ خيت، وقاعدته الصغرى ٤ خيت. وقد قام الكاتب أحمس Ahmes، أستاذ الرياضيات فى مصر بحل المسألة على النحو التالى:

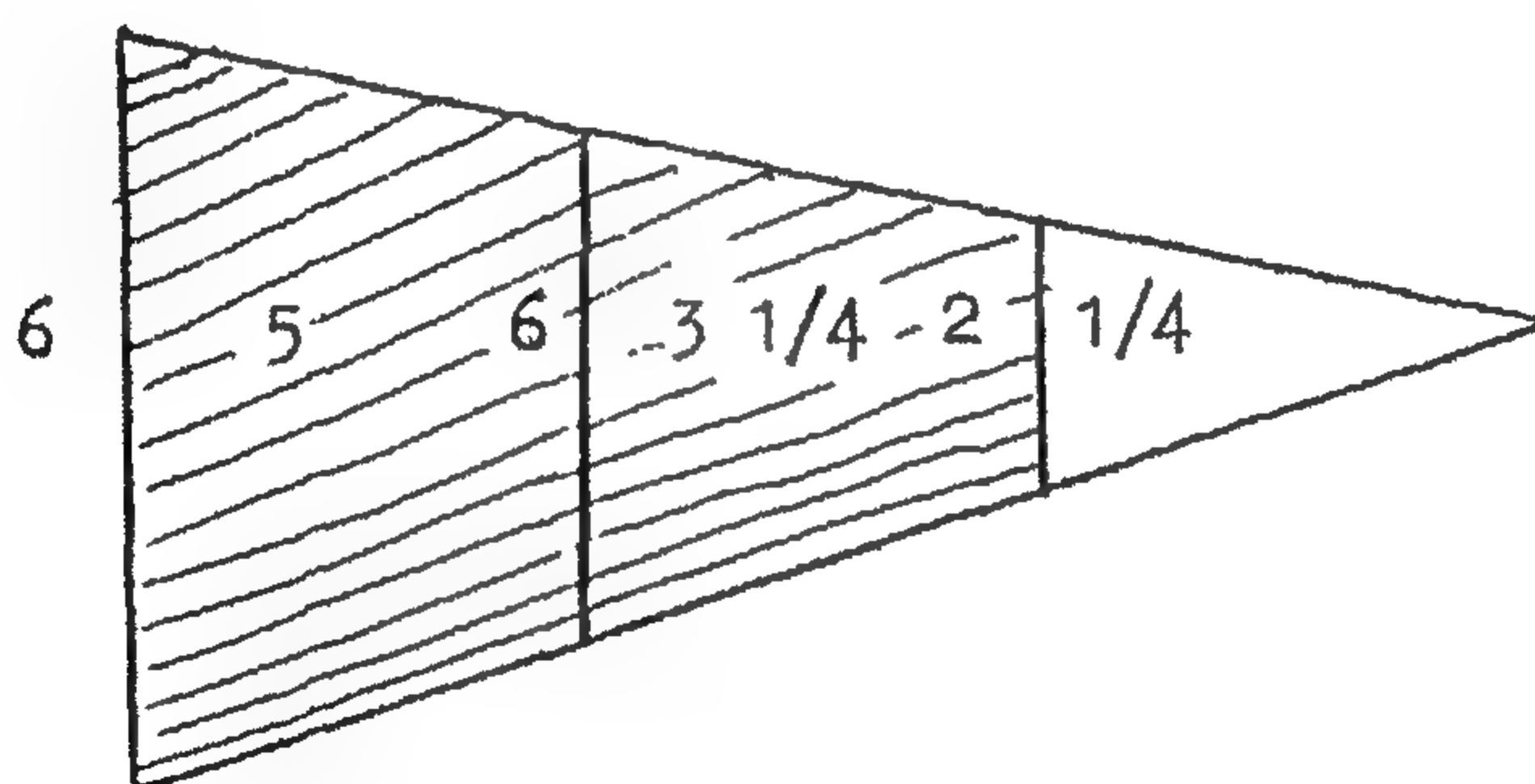
$$10 = 6 + 4 \text{ (مجموع قاعدتى شبه المنحرف).}$$

$$5 = 10 : 2 \text{ (نصف مجموع القاعدتين).}$$

$$100 = 5 \times 20 \text{ (نصف مجموع القاعدتين فى الارتفاع).}$$

وقد استخدم أحمس نظرية حساب مساحة شبه المنحرف بكل دقة. وكان يمكنه تحليل شبه المنحرف إلى مثلثات ويجمع مساحات المثلثات موضوع البحث. لقد كان يعرف فى الواقع كيفية حساب مساحة المثلث.

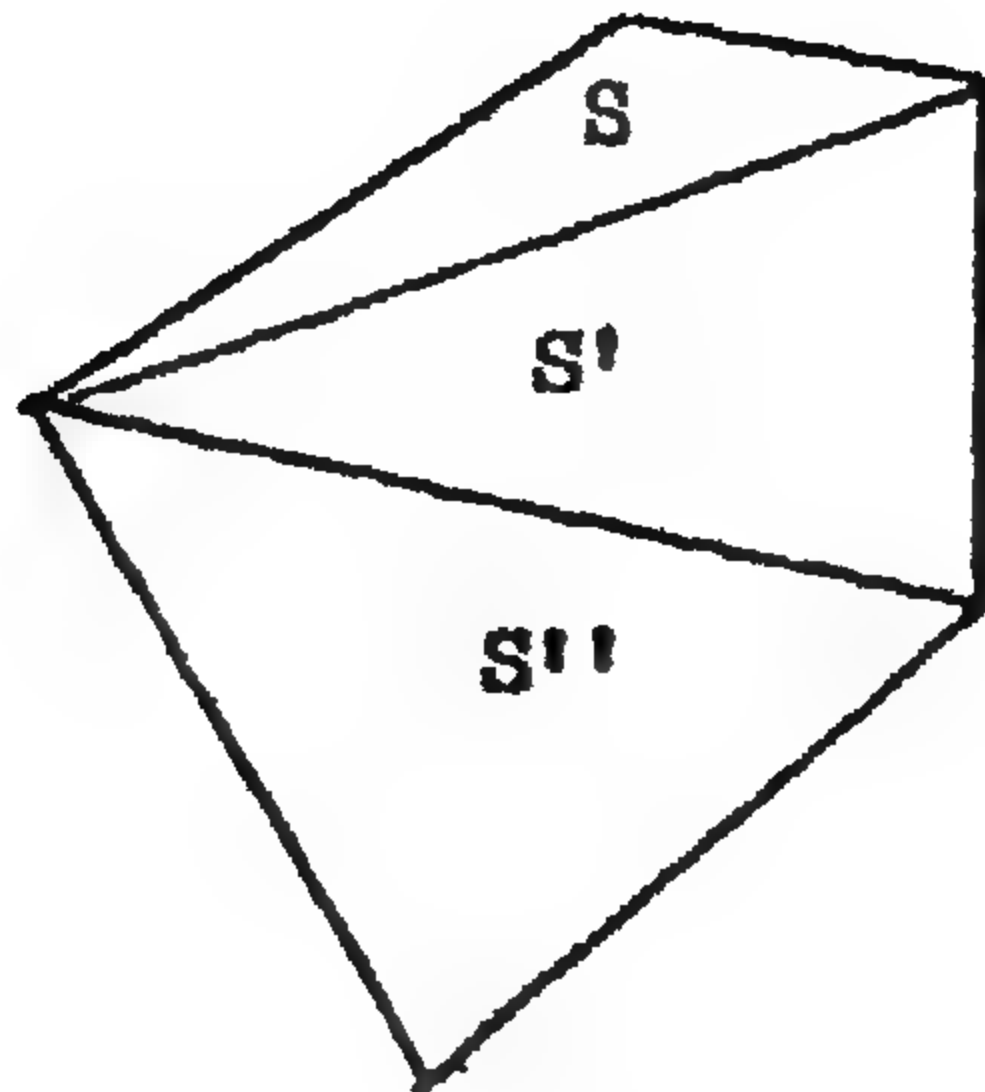
٤ - وتهتم المسألة رقم ٥٣ من بردية راند أيضا بحساب مساحة شبه المنحرف وحسب الشكل الذى وضعه الكاتب بنفسه، يتأكد المرء بأن مساحة الشكل هى مساحة شبه منحرف له قاعدة بطول ٦ خيت وقمة تبلغ  $2\frac{1}{4}$  خيت، وارتفاعه  $3\frac{1}{4}$  خيت.



شكل ٥٠: المساحة الممهشرة تمثل شبه منحرف

٥ - مساحة المضلع: لحساب مساحة مضلع مهما كان، يتم تفكيكه إلى مجموع أو فروق بين مساحات يمكن للمرء حسابها.

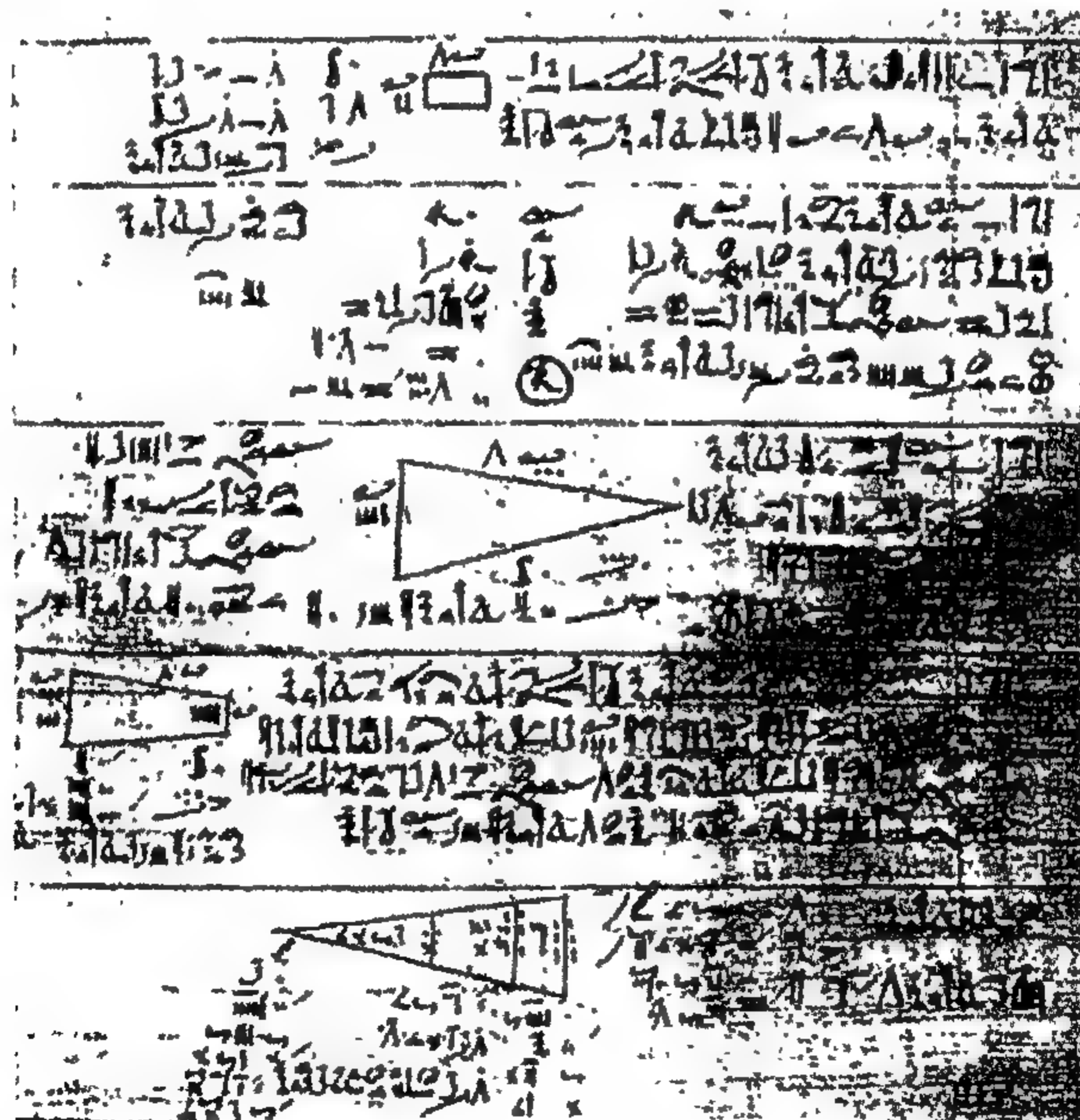




شكل ٥١

$$S = S + S' + S''$$

ولما كانت الأشكال الناتجة في الغالب مثلثات، كان لدى الرياضيين المصريين القدماء القدرة، نظرياً، على حساب مساحة الشكل المضلع مهما كان.



شكل ٥٢

بردية راند (حوالي ١٦٥٠ ق. م). ولدينا من أعلى إلى أسفل:

- المسألة رقم ٤٩: حساب مساحة مستطيل طوله ١٠ وعرضه ٢.
  - المسألة رقم ٥٠: حساب مساحة دائرة قطرها ٩.
  - المسألة رقم ٥١: حساب مساحة مثلث ارتفاعه ١٣ وطول قاعدته ٤.
  - المسألة رقم ٥٢: حساب مساحة شبه منحرف طول قاعدته الكبرى ٦، والصغرى ٤، وارتفاعه ٢٠.
  - المسألة رقم ٥٣: الشكل الشهير الذى يفترض معرفة نظرية طاليس لدى الرياضيين المصريين القدماء قبل ميلاد طاليس بألف سنة.
- وكل تلك الأشكال فى الهندسة المستوية قد رسمها الكاتب المصرى بنفسه. ولم يكن الأمر متعلقا "بحقل مستطيل أو مستدير"، ولكن بالهندسة الخالص.

## XVI

### مساحة الدائرة

#### Aire du cercle

١ - مساحة الدائرة بدلالة نصف القطر. تكون مساحة الدائرة مساوية لنصف حاصل ضرب المحيط في نصف القطر.

$$S = \frac{2 \pi R \times R}{2} = \pi R^2.$$

إذا كان قطر الدائرة  $d$ ، فإن  $R = \frac{d}{2}$ ، إذن  $S = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{\pi d^2}{4}$ .

٢ - كيف كان المصريون القدماء يقومون بحساب مساحة الدائرة؟

فلنقرأ المسألة رقم ٥٠ من بردية راند Rhind والخاصة بالرياضي أحمس Ahmes (حوالي عام ١٦٥٠ ق. م):

(١) 

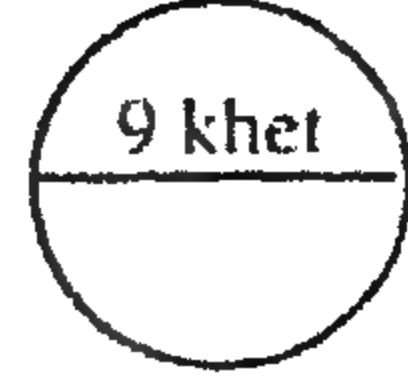
(٢) 

(٣) 

(٤) 

(٥) 

(٦) 



شكل ٥٣

### الترجمة:

(١) مثال لحساب (تب ن إرت tp n irt) شكل دائري (إحت دبن 3ht dbn) له (ن n) قطر مقداره ٩ خيت.

(٢) ما هو مقدار المساحة...؟ (حرفيا "رقمه فيما يخص المساحة...؟": بتر رحت. ف م إحت ptr rht.ht).

(٣) تطرح (حب. حر. ك hb. Hr.k) التسع (ر - ٩. ف r.-9.f) ويكون (م m) ١، ويبقى ٨ (دات م ٨ d3tm8).

(٤) تضرب ٨ في ٨ (إر. حر. ك واح تب م ٨ سبوو ir. Hr. k w3h) 8 spw 8 (tpm 8).

(٥) يكون الناتج ٦٤ (حبر حق. ف م ٦٤ hpr.hr.f m 64).

(٦) هذا هو الرقم (رحت. ف بو rht.f pw) فيما يخص (م m) المساحة (إحت، 3pt)، (يعنى ماهو آت savoir) ٦٤ سيتات setat (٦٤) سيتات st 3l).

٣ - ويتعلق ذلك بحساب مساحة (إحت 3ht، أحت ahet) لشكل مستوى مستدير (إحت دبن، أحت ديبين aht dbn, ahet deben). وهكذا كان الرياضى المصرى القديم يعرف جيدا الفرق بين المحيط circonférence \* و شينسو snw,shencu، والدائرة cercle، واللتى كان يرمز إليها

بالأحرف  $\text{𐎣 𐎣}$  دين، ديبين dbn,deben، ويعنى ذلك بوضوح أن مساحة  
الدائرة  $\text{𐎣 𐎣 𐎣 𐎣 𐎣 𐎣 𐎣 𐎣 𐎣 𐎣}$  هي احت دين، أحيث ديبين 3ht dbn,ahet deben).

٤ - ولم يكن النظام الذى ابتكره الرياضى المصرى على ذلك القدر الكبير  
من الأصالة فقط، بل كان مدهشاً فى دقته. وفى الواقع، فهو قد حذف  $1/9$  من  
القطر الذى يساوى ٩ خيت (وحدة الطول)، وكان الناتج ٨. ثم قام بتربيع ال٨،  
ونتج عن ذلك مساحة الدائرة: ٦٤ سيئات أو ٦٤٠٠٠ ذراع مربع (وحدة المساحة)  
وباستخدام معاملات أخرى نجد أن المساحة:

$$S = (d - \frac{1}{9} d)^2 = \frac{64}{81} d^2$$

وفى ذلك الحل تكون النسبة التقريبية  $\pi = 3,1605$ ، والنسبة التقريبية  
الحالية يبلغ مقدارها ٣,١٤١٥. وكان البابليون يستخدمون نسبة تقريبية تساوى ٣،  
ومن الواضح أن التقريب المصرى كان أكثر دقة، ولم يقر أو تو نوجيباور  
Neugebauer، وهو واحد من أكفأ المتخصصين فى العلوم عند البابليين، على  
الإطلاق، أن النسبة التقريبية  $3 \frac{1}{8}$  (أى 3,125 كانت معروفة للبابليين (نصوص  
رياضيات الألواح الطينية Mathematical Cuneiforme Text - أو نوجيباور  
وأ. زاكس O. Neugebauer et A, Sachs، New Haven، ١٩٤٥، ح. ٥٩).

ومن ثم، فبالنسبة للبابليين، كانت مساحة الدائرة تساوى مربع المحيط  
circonference مقسوماً على ١٢، وهو ما يؤدي إلى نسبة تقريبية  $\pi = 3$ .

ولكى يحصل المصريون القدماء على مساحة الدائرة، قاموا بتربيع ما قيمته  
 $8/9$  القطر، وهو ما يؤدي لقيمة النسبة التقريبية  $\pi = 3,1605$ . وهكذا، كان  
المصريون القدماء هم الأوائل، فى تاريخ البشرية، الذين قاموا بحساب مساحة  
الدائرة بقريب ممتاز للنسبة التقريبية  $\pi$ ، وهى عدد ذو شان سام.

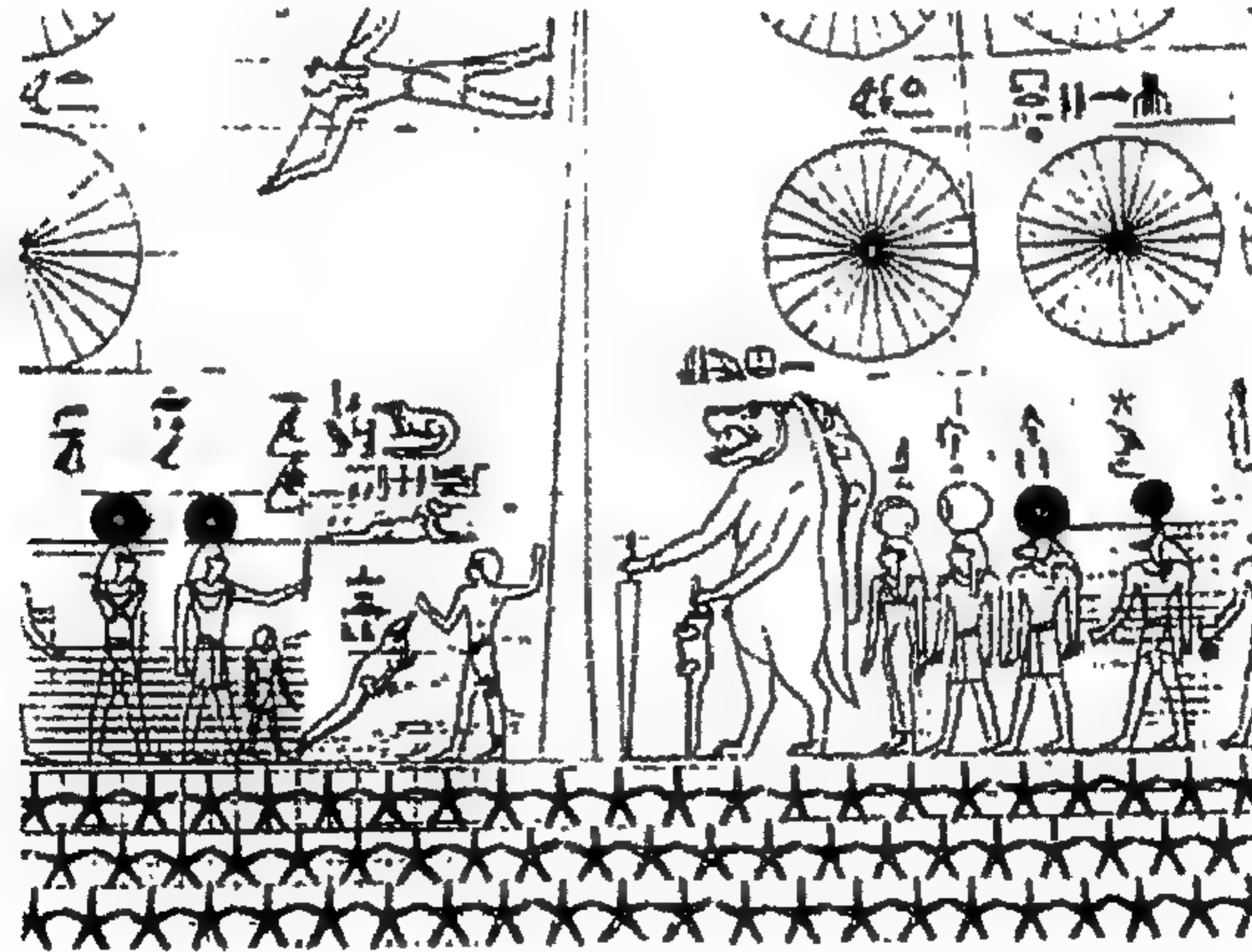
وعلاوة على ذلك، فتجدر ملاحظة أن النظام المصرى للعد العشرى يتفوق  
بوضوح على النظام الستينى Sexagésimal للبابليين: وقد استخدم اليونانيون النظام  
المصرى، وذلك من خلال فيثاغورث الذى أقام فى مصر للدراسة كما ذكرنا آنفاً.



والنظام الستونى السومرى الذى ورثه البابليون عبارة عن " .. نظام مهجن وهذا هو موطن ضعفه.. " (ف. ثورو - دانجن F. Thureau - Danguin، مجمل تاريخ النظام الستينى Esquisse d'un histoire du systeme sexagesimal، باريس، بول جويتتر Paul Geuthner، ١٩٣٢، ص. ٧٨).


وقد عرف اليونانيون تلك الأنظمة السومرية - البابلية عن طريق الفلك: " .. على إثر فتوحات الإسكندر، شاع استخدام نظام الساعة المصرى فى العالم اليونانى واللاتينى. وقد تبنى علماء الفلك نظام ال ٢٤ ساعة المصرى، إلا أنهم قاموا بتحويله، حسب المبادئ البابلية، على ساعات متساوية.. " (ف. ثورو - دانجن F. Thureau - Danguin - مرجع سبق ذكره، ص ٤٧، ٤٨).

وكان فرانسوا ثورو - دانجن Francois Thureau - Danguin (١٨٧٢ - ١٩٤٤)، وهو عالم سومريات فرنسى، قد شغل منصب أمين قسم الحضارات الشرقية القديمة فى متحف اللوفر من عام ١٩٠٨ إلى ١٩٢٨. وقد كان كتابه "الكتابات السومرية والأكادية Les Inscriptions de Sumer et d'Akkad" (١٩٠٥) مرحلة مهمة فى مجهودات فك شفرة السومريين والتي لم تكن لغتهم من اللغات السامية.



شكل ٥٤: السقف الفلكى لسينيموت (الأسرة السابعة عشرة).

كان المصريون القدماء يعرفون كيفية حساب مساحة الدائرة. وقد كانوا يعرفون جميع الخواص الأساسية لذلك الشكل الهندسي على النحو التالي:

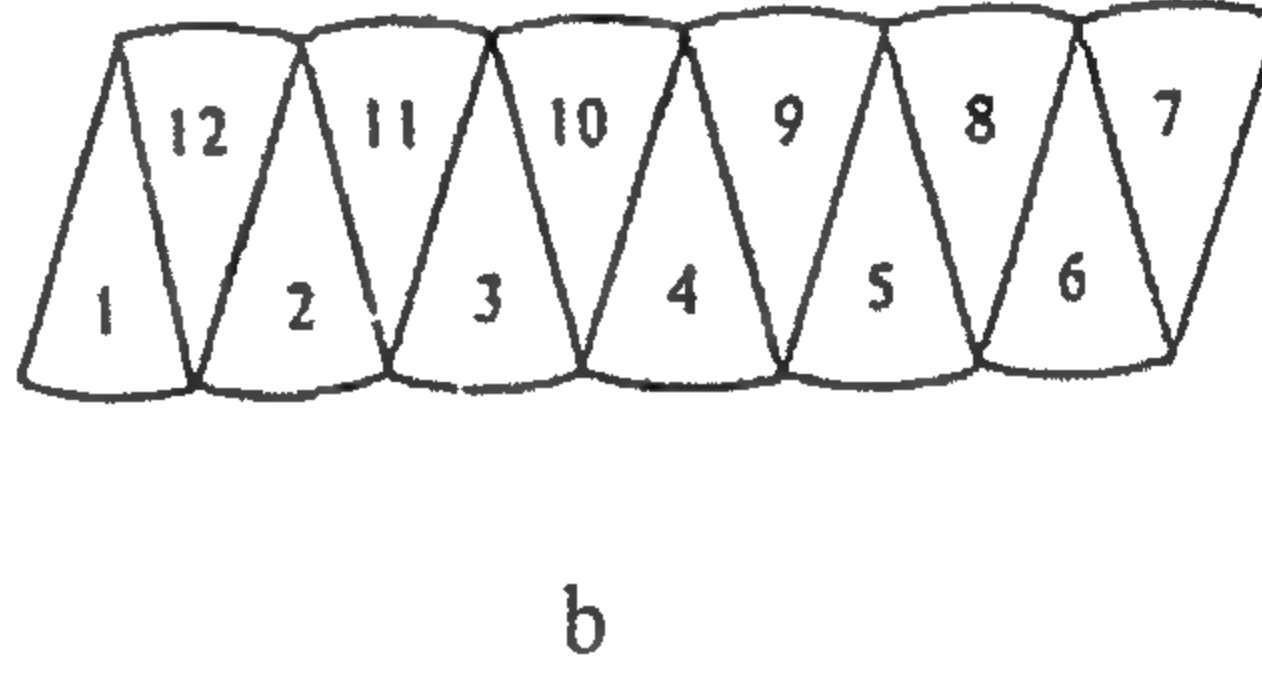
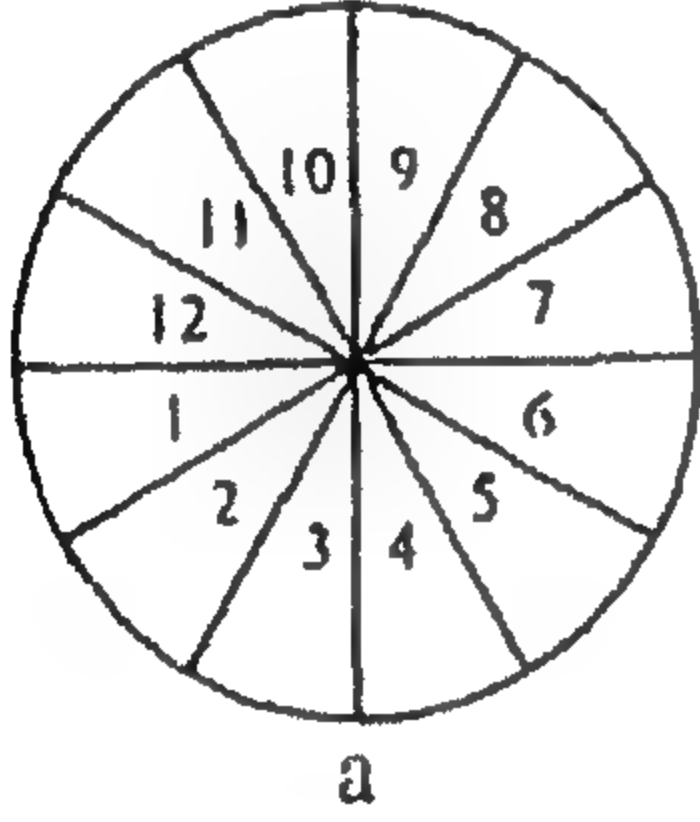
سنو، شينو Snw, shenou "المحيط" circonference. 

دين، ديبين dbn, deben "دائرة" cercle. 

أحيت دين، أحيت ديبين 3ht dbn, ahet deben 

سات، شات، "القطر" s3t, shaat "diamètre". 

تب - روتيب - إى "نصف القطر" - tp-r, tep er, "rayon". 



شكل ٥٥: شرح العالم الفلكي الألماني يوهانيس كبلر Johannes Kepler (١٥٧١ - ١٦٣٠) صيغة مساحة الدائرة بمساعدة الأشكال أعلاه a و b.

في الشكل a، نفرض أن القطاعات ١ و ٢ و ٣ حتى ١٢، تمثل مثلثات صغيرة متساوية الساقين عددها n وهي متطابقة. وبحسب المرء مساحة الدائرة بدلالة نصف القطر r، والمحيط p مع جمع مساحات كل تلك المثلثات المتساوية الساقين (شكل b). وقد قام يوهان كبلر بناء على ذلك بتقسيم الدائرة إلى قطاعات مختلفة، تماثل بدقة مثل ما هو على التوقيات المصرية (مقبرة المعمارى سينينموت Senenmout).

ويمكن القول إن المبدأ الهندسي للتقسيمات متناهية الصغر لكبلر (١٥٧١ - ١٦٣٠)، ولبير فيرما Pierre de Fermat (١٦٠١ - ١٦٦٥) كانت بالفعل مدركة بالحواس في مصر القديمة: المثلثات متناهية الصغر ليكون مركز الدائرة بالنسبة لها هو الرأس.

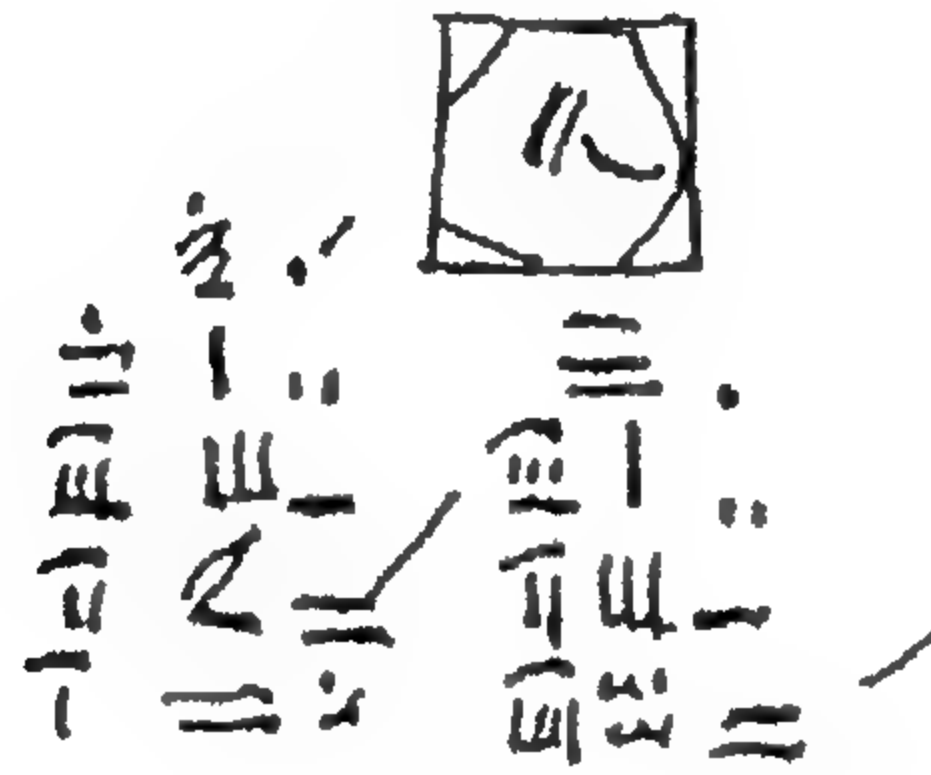


## XVII

### مقارنة بين مساحة الدائرة والمربع

#### Comparaison de l'aire du cercle et du carré

١ - تتعلق المسألة رقم ٤٨ من بردية راند Rhind فى الواقع بمقارنة بين مساحة الدائرة، ومساحة المربع الذى يحيطها. وقد أجريت عملية الحساب دون تعليق. وقد قام الكاتب بنفسه برسم شكل تفسيري عبارة عن دائرة يحيطها مربع. وكان قطر الدائرة ٩.



شكل ٥٦

٢ - ويمكن الحصول على مساحة الدائرة باستخدام مربع طول ضلعه يساوى  $8/9$  من طول قطر دائرة مقداره ٩. وتلك المساحة يتم حسابها بمساعدة الصيغة التالية:

$$S = 64 d^2/81$$

حيث  $d$  هي قطر الدائرة، وأن  $64/81$  يناظر قيمة تقترب من  $\pi$ ، والتي تساوي 3,1605.

٣ - مما سبق يمكننا أن ندرك أن الرياضيين المصريين القدماء كانوا يعرفون العناصر أو المكونات التالية للدائرة:

- المحيط (شينو sheno).
  - الدائرة (ديبين deben).
  - مساحة الدائرة (أحيت ديبين ahet deben).
  - القطر (شاعت shaat).
  - المربع الذي هو مضلع رباعي الأضلاع (إيفيد ifed) ومحيطه.
  - مساحة المربع.
  - العلاقة بين مساحتي الدائرة والمربع.
  - مساحة المربع أكبر من مساحة الدائرة.
  - العلاقة بين قطر الدائرة وضلع المربع (هذه العلاقة هي  $8/9$ ).
  - ثبات المساواة بين مساحات الدوائر والمربعات، والتي تكون العلاقة بين أقطارها وأضلاعها  $8/9$  وهي تناظر النسبة التقريبية  $\pi$ .
- ٤ - وبذا كان الرياضيون المصريون القدماء يستخدمون قاعدة تنتسب بعلاقة مع محيط الدائرة:
- العلاقة بين مساحة الدائرة ومحيطها هي نفس العلاقة بين مساحة المربع المحيط للدائرة وبين محيطه.



٥ - وقد فهم ف. ف. شتروفي W.W. Struve بالضبط أن المصريين القدماء كانوا يستخدمون تلك القاعدة لكي يحصلوا على قيمة دقيقة للنسبة التقريبية  $\pi$  (ف.ف. شتروفي، البرديات الرياضية في متحف الدولة للفنون الجميلة بموسكو W.W. Struve, Mathématischer

(Papyrus des Staatlichen Museums der schönen Künste in-Moskau) - مصادر ودراسات لتاريخ الرياضيات Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik "إلخ، برلين، ١٩٣٠، ص. ١٨٢).

والمنطق التفسيري لشتروفي كالتالي: كان الرياضي المصري القديم يستطيع بسهولة قياس محيط الدائرة  $c$  باستخدام خيط، ومقارنة ذلك الطول بالمحيط  $k$  لمربع يحتوى تلك الدائرة. ومن ثم يمكن للمرء أن يحصل على الصيغة التالية:

$$K = \frac{5c + \Sigma}{4}$$

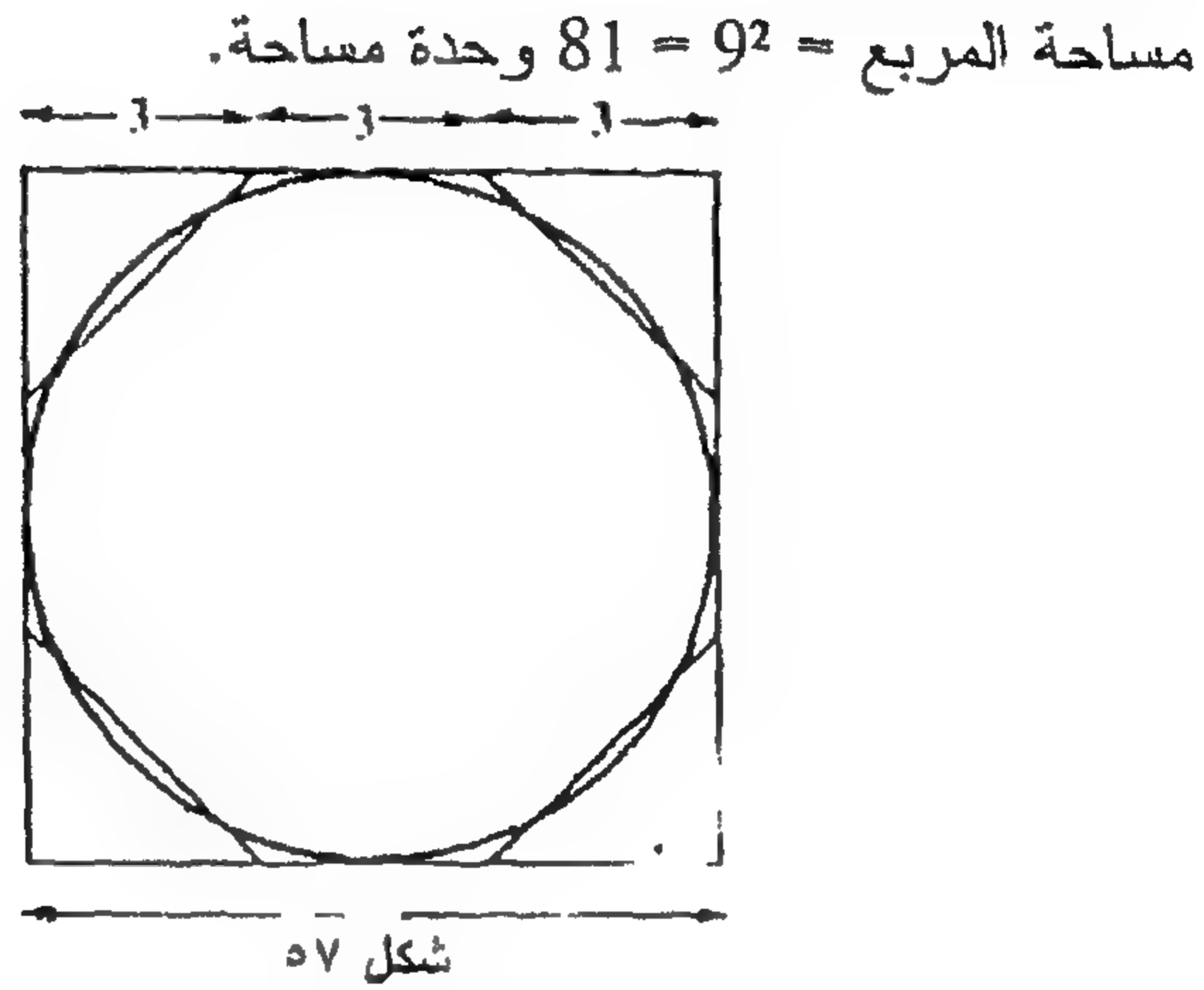
والفرق البسيط الذي يمثله الحرف  $\Sigma$  يقدر ب  $c/4$  1/16. ويعطينا ذلك:

$$\frac{C}{K} = \frac{64}{81}$$

وبالنسبة للعلاقة بين الدائرة والمربع. فهي قيمة تساوى  $\pi$ . ومن الممكن الحصول على نفس النتيجة بدقة بحساب المربعات  $(1/9 d)^2$  على الدائرة مع مقارنة النتيجة مع عدد المربعات التي مساحتها  $d^2$ . وتذكر سيلفيا كوشو Sylvia Couchoud أيضا ذلك التفسير الذي قدمه شتروفي (س. كوشو - مرجع سبق ذكره، ص. ٦٥).

وهناك تفسير آخر كان قد تم اقتراحه لشرح أصل قيمة النسبة التقريبية  $\pi$  عند المصريين القدماء.

ففى مربع ذى ٩ وحدات، يكون لدينا مثنى مرسوم داخله على محيط الدائرة المرسومة داخل ذلك المربع. وكل واحد من المثلثات الأربعة متساوية الساقين كل واحد منها عند زاوية من زوايا المربع تكون مساحته  $4.5 = \frac{3 \times 3}{2}$  من وحدات المساحة.



مساحة المثنى Octogone = مساحة المربع - مساحات المثلثات الأربعة متساوية الساقين ومن ثم  $81 - 4 \times 4.5 = 81 - 18 = 63$

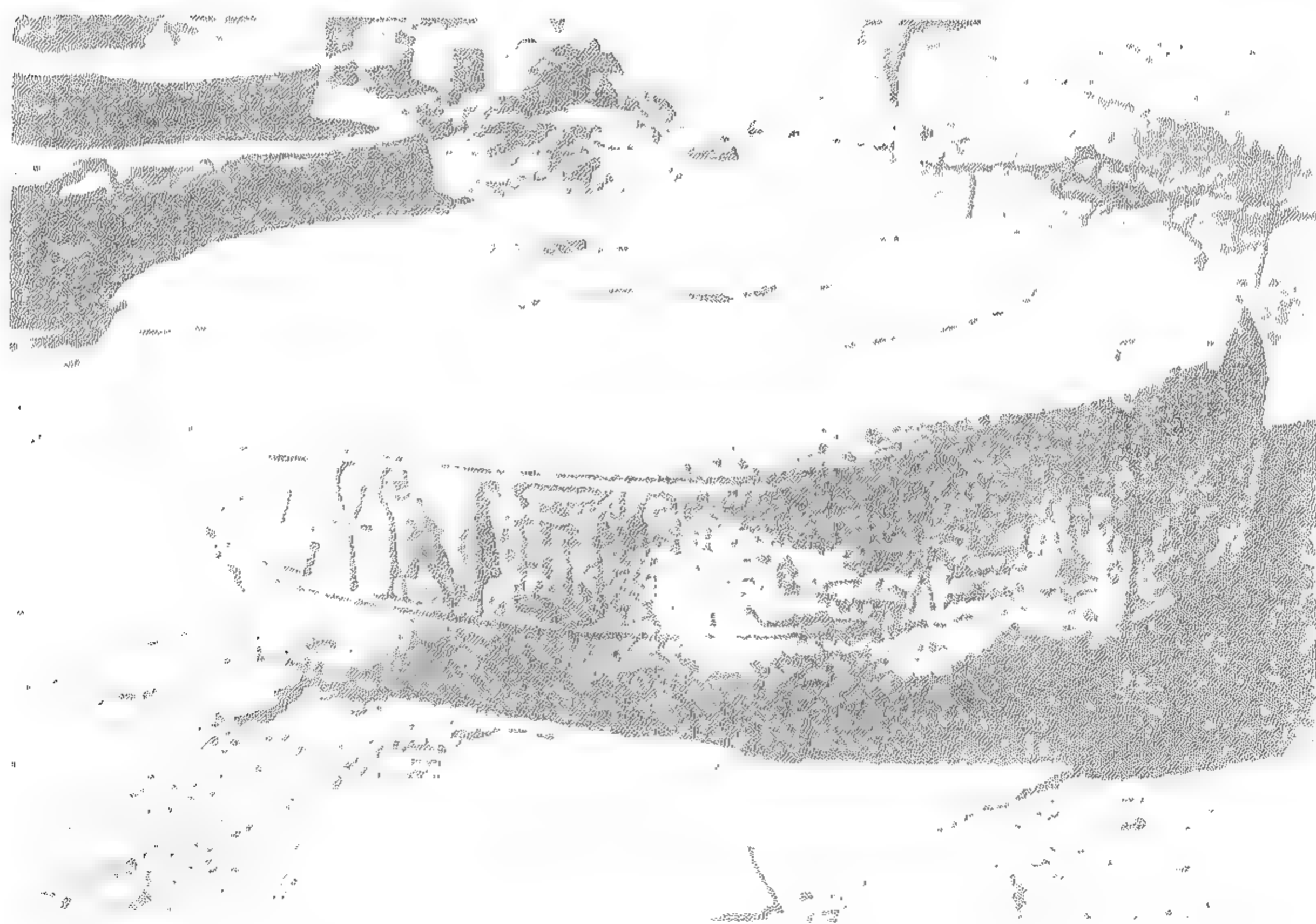
وبناء عليه تكون مساحة المثنى متساوية تقريبا لمساحة مربع طول ضلعه ٨، ومن جهة أخرى، فهي تختلف اختلافا طفيفا عن مساحة دائرة مرسومة داخل ذلك المربع.

ومساحة الدائرة بقطر d ستكون متساوية تقريبا لمساحة مربع طول ضلعه  $\frac{8}{9} d$  وبناء عليه:

$$S = \left(\frac{16}{9} r\right)^2 = \left(\frac{16}{9}\right)^2 r^2 = \pi r^2$$

$$\pi = \left(\frac{16}{9}\right)^2 = 3 \frac{1}{6} = 3.16 \quad \text{حيث}$$

ولقد كانت طريقة دراسة وفحص مربع الشكل، وعلى سبيل المثال مربع الدائرة - تربيع الدائرة - ابتكاراً للهندسة المصرية القديمة. ومثل تلك المسألة الهندسية لم تظهر في الرياضيات عند البابليين، والذين بحثوا مع ذلك موضوع المثلث متساوي الساقين مع الدائرة المحيطة باستخدام نفس العلاقة التي استخدمها فيثاغورث. وبذا أصبح موضوع تربيع الدائرة أحد المسائل الكبرى في الرياضة اليونانية، وخاصة مع إيدوكس Eudoxe، هيبوقراطيس من جزيرة كيوس (اليونانية) Hippocrate de Chios، أرشميدس، كونون Canon (٢٨٠ ق.م - ٢٢٠ ق.م)، دوسيتيوس Dosithée، إراتوستينوس Eratosthène (٢٨٤ ق.م - ١٩٢ ق.م). وفي أيامنا هذه، فإن إجراء عملية تربيع لأي شكل تشمل تحديد مساحته باستخدام حساب التكامل.



شكل ٥٨: قاعدة أحد الأعمدة تتخذ هيئة دائرية محيطية، وتظهر خلف صف من الأعمدة الأوزيرية العملاقة، في الرامسيوم، المعبد الجنائزي لرمسيس الثاني (١٣٠١ - ١٢٣٥ ق.م).

وقد تم نقش كتابة هيروغليفية على طول المحيط: وكان على الكاتب أن يقيس طول المحيط باستخدام خيط كي يقوم بحفر الكتابة الهيروغليفية بدقة.

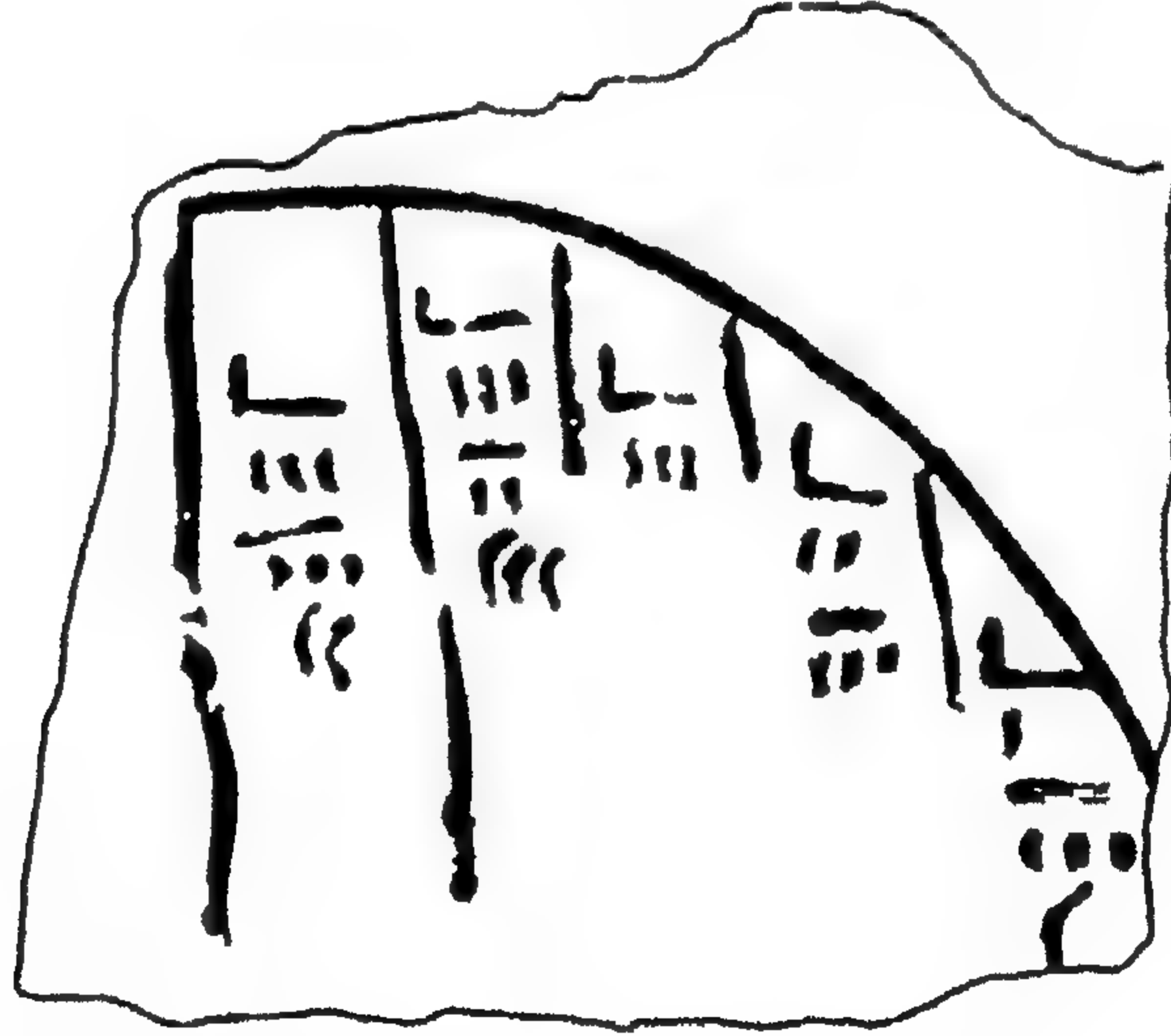
المصدر: آشيل كارلييه Achile Carlier، طيبة عاصمة مصر العليا  
Thèbes capitale de la Haute- Egypte، باريس، منشورات فينسان،  
فيريا وشركاه. Editions Vincent,feréalet Co.planche 41.

## XVIII

### مساحة سطح محدد بأى خط منحنى

Aire d'une surface limitée par une courbe quelconque

١- لحساب مساحة سطح محدد بأى خط منحنى، وذلك بطريقة تقريبية، يتم تفكيكه إلى مربعات، أو مستطيلات، أو أشباه منحرف،... إلخ، ويكون التقريب أكثر دقة كلما كانت المربعات والمستطيلات وأشباه المنحرف أصغر فى مساحتها. وإذن فمن الممكن استخدام طريقة المربعات أو أشباه المنحرف.



شكل ٥٩: حساب مساحة قبة voûte (حوالى عام ٢٨٠٠ - ٢٧٠٠ ق.م)



ويقال للخط إنه منحنى عندما لا يكون مستقيماً أو متكسراً.

والشكل الهندسى بصفة عامة عبارة عن مجموعة من النقاط والخطوط.

وهذا المنحنى محدد بإحداثيات.

٢ - وقطعة الحجر الجيرى الموجودة فى شكل ٥٩ عثر عليها كجزء من مجمع معابد جنائزية للملك زوسر Djoser فى سقارة، الأسرة الثالثة (٢٨٠٠ - ٢٧٠٠ ق. م تقريباً)، والوثيقة تشير إلى مشروع معمارى مقام على أساس رياضى. وفى الواقع، فهو يحتوى على حسابات لإنشاء قبة ما (أو قوس لعقد).

٣ - وهذه هى المسلمات المعطاه لحساب القبة المنحنية: وبما أن القبة مرتفعة، فإن ارتفاعها سيزيد (فوق المستوى الذى بدأت منه الانحناء) بمقدار صفر إلى ٣ أذرع، و ٣ أشبار وإصبعين. وهناك خمسة خطوط مستقيمة متغيرة الطول بينها مسافات متساوية. ومن الممكن الافتراض أن المسافة المنتظمة بين تلك الخطوط (أو الأعمدة) تساوى ذراعاً واحدة، ومن الممكن إذن إعادة توقيع هذا الرسم التخطيطى بدقة نسبية.

٤ - لقد كان فى استطاعة المصريين القدماء إذن أن يحسبوا مساحة مثل ذلك الرسم التخطيطى، والذى يتحدد سطحه بمنحنى، بطريقة شبه المنحرف.

وبذا تؤول المساحة المطلوب حسابها إلى شبه منحرف يبدو كمستطيل به استدارة واستقامة فى الخطوط Mixtiligne وبه ضلع منحنى. ومن ثم تقسم القاعدة، أى الضلع المواجه للانحناء، إلى عدد معين من الأجزاء المتساوية (خمسة على سبيل المثال كالموجودة فى الرسم). وعند نقط التقسيم، يمكن رسم متوازيات للقاعدة، وبذا يتفكك السطح المعنى إلى خمسة أجزاء: كل منها يماثل شبه منحرف. ومجموع مساحات أشباه المنحرف يكون هو مساحة السطح المراد حساب مساحته على وجه التقريب.

٥ - لم يكن الرياضيون المصريون القدماء يولون اهتماما لحساب مساحة الحيز المعقود أو المقبب (السطح المحدد بمنحنى)، ولكن بالهيئة المعمارية للمنحنى نفسه، وذلك للحصول على خط منحنى تام. ومن وجهة النظر الرياضية، لم تكن مثل تلك الأمور خارج نطاق تفكيرهم، فمساحة شبه المنحرف كانت شيئا معروفا ومتداولاً في مصر.

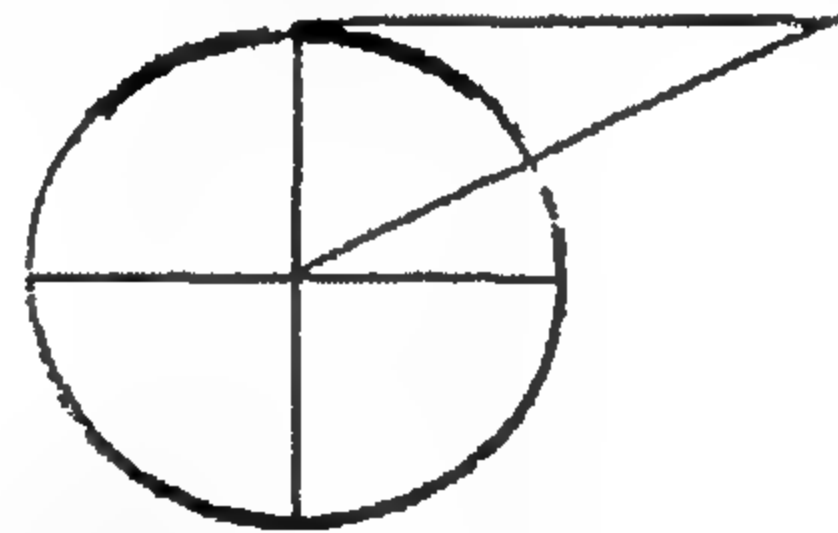
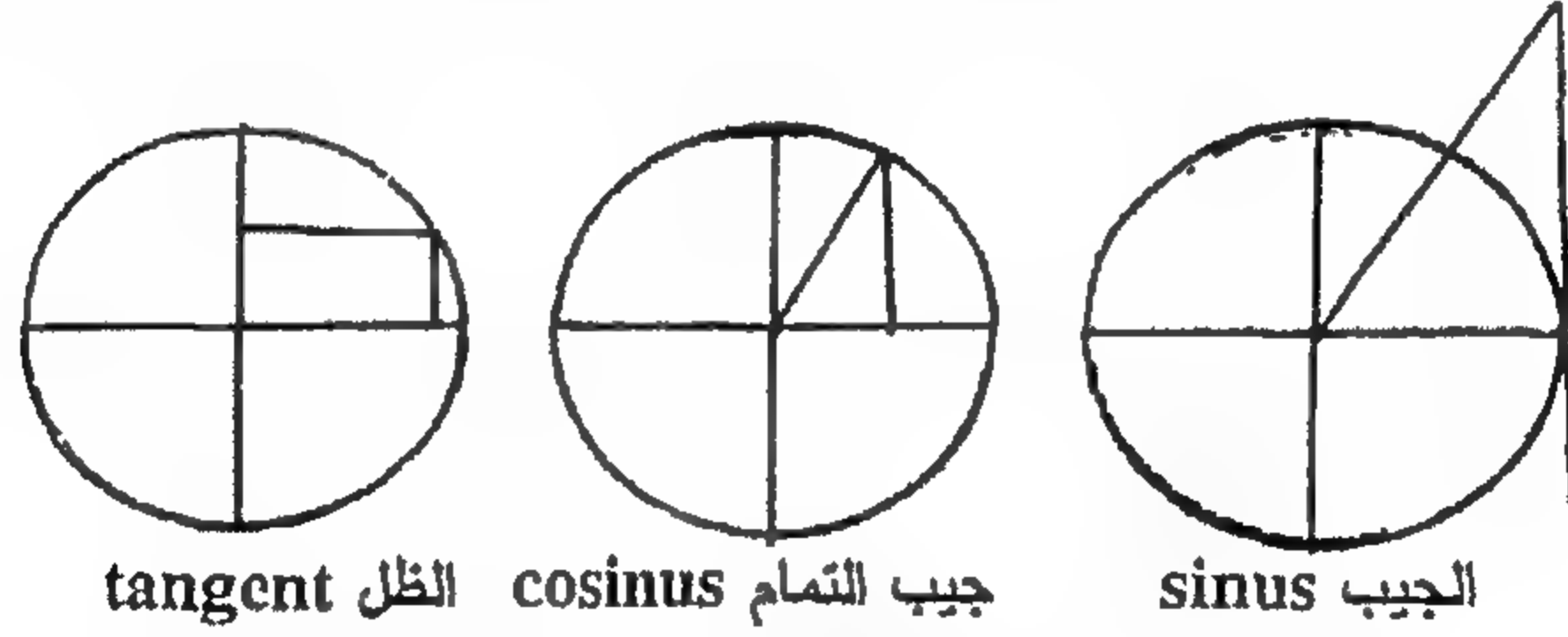


## XIX

### حساب المثلثات

## Trigonométrie

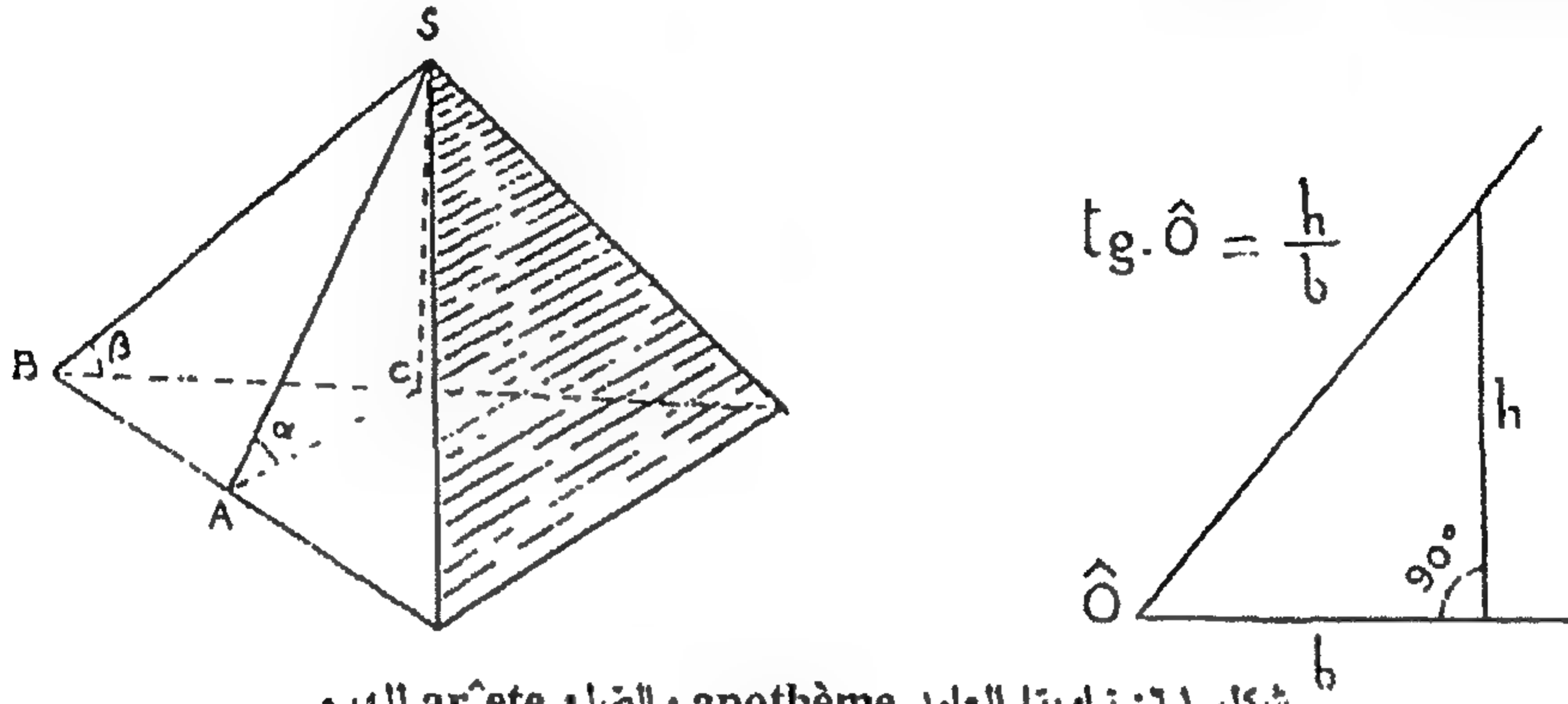
١- حساب المثلثات: حساب المثلثات *trigonométrie* (من الكلمة اليونانية *trigonos* بمعنى مثلث، *metron* بمعنى يقيس) هو ذلك الفرع من الرياضيات المختص بحساب عناصر المثلث باستخدام الدوال الدائرية أو الخطوط المثلثائية: الجيب *le sinus*، جيب التمام *le cosinus*، الظل *le tangente*، ظل التمام *le cotangente* ويختص حساب المثلثات بقياس الزوايا. وتتحدد العلاقات المثلثائية للزاوية بمعرفة الجيب وجيب التمام، وأيضا ظل الزاوية. أما ظل التمام للزاوية فهو مقلوب الظل لها، (والشكل التالي يبين قياس الزوايا في حساب المثلثات):



ظل التمام *cotangente*

شكل ٦٠: قياس الزوايا (حساب المثلثات)

٢ - كان المعماريون والرياضيون المصريون القدماء يعرفون تماما كيفية قياس زاوية ميل الهرم، أى زاوية عامدة؛ زاوية ميل ضلع الهرم؛ وزاويتيها معا، وكذا ظلّهما على التوالي طبقا للشكل التالى:



شكل ٦١: زاويتا العامد apothème والضلع arête للهرم.

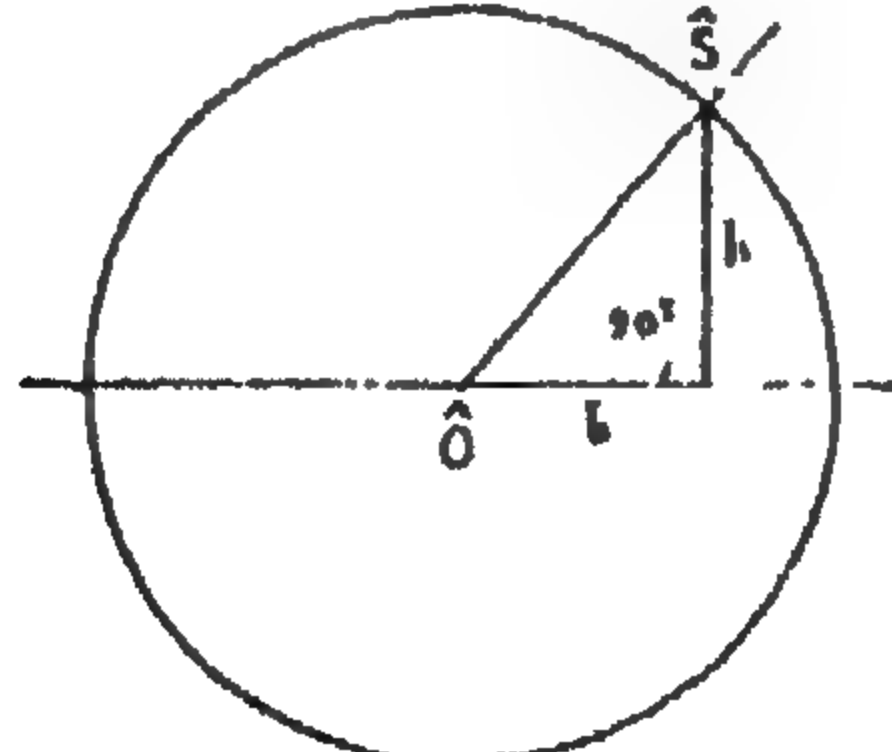
a - زاوية ميل الهرم نفسه (زاوية العامد).

B - زاوية ميل ضلع الهرم (زاوية الضلع).

ويُحدد ظل هاتين الزاويتين على التوالي بالعلاقة  $\underline{h}$ .

وفى الواقع، فإن ظل الزاوية فى حساب المثلثات يساوى العلاقة بين عامود  $\underline{h}$ ، ساقط من نقطة على أحد ضلعي تلك الزاوية على الضلع الآخر، على مسافة مقدارها b من رأس الزاوية فى مواجهة ذلك العامود الساقط.

٣ - وتبدو تطبيقات حساب المثلثات التى استخدمها المعماريون المصريون القدماء واضحة. فقد كانوا يعرفون طريقة حساب زاوية ميل الهرم.



شكل ٦٢: ظل وظل تمام زاوية ميل الهرم



وزاوية ميل الجدار، أى ميله على المستوى الأفقى، أو ميلها على المستوى الرأسى، تحددها العلاقة  $h/b$ ، وماهى إلا ظل الزاوية  $\hat{o}$ ، والذي يشكلها ذلك الجدار paroi مع المستوى الأفقى للقاعدة، أو ظل تمام الزاوية  $s$  التى يشكلها مع المستوى الرأسى:

$$\text{وإذن فإن ظل } \hat{o} = \frac{\text{جا (جيب } \hat{o})}{\text{جتا (جيب تمام } \hat{o})} = \frac{h}{b} = \text{قتا (ظل تمام } S)$$

٤ - كانت وحدة الطول المستخدمة فى عمليات الإنشاء عند قدماء المصريين هى الذراع الملكى coudée royale ويساوى ٥٢٥ سم. وكان يقسم إلى ٧ أشبار، كل منها يساوى ٤ أصابع.

وإذن فقد كان ١ ذراع = ٧ أشبار = ٢٨ إصبعًا

وقد استخدمت العلاقات التى كان يعبر عنها بالأذرع، والأشبار، والأصابع لتحديد زوايا الميول للأهرامات المصرية. ويمكننا أن نحول تلك المقاييس المصرية للزوايا إلى درجات, grades Degrés, أو زوايا نصف قطرية radians ميول هرم زوسر بالدرجات:

الميل حوالى ١٦ درجة

وإذن فإن  $\hat{S} = 15^\circ 57'$

$$\text{وقتا (ظل التمام } \hat{S}) = \frac{h}{b} = \frac{7}{2} = \frac{\text{١ ذراع}}{\text{٢ شبر}}$$

هرم خوفو (خيوبس، كيوبس Cheops, kheops)

الميل:  $\hat{o} = 51^\circ 52'$

وإذن فإن  $\hat{o} = 51^\circ 52'$

$$\text{و ظا (الظل } \hat{o}) = \frac{h}{b} = \frac{14}{11} = \frac{\text{١ ذراع coudée}}{\text{٥ أشبار } 1/2 \times \text{palm}}$$

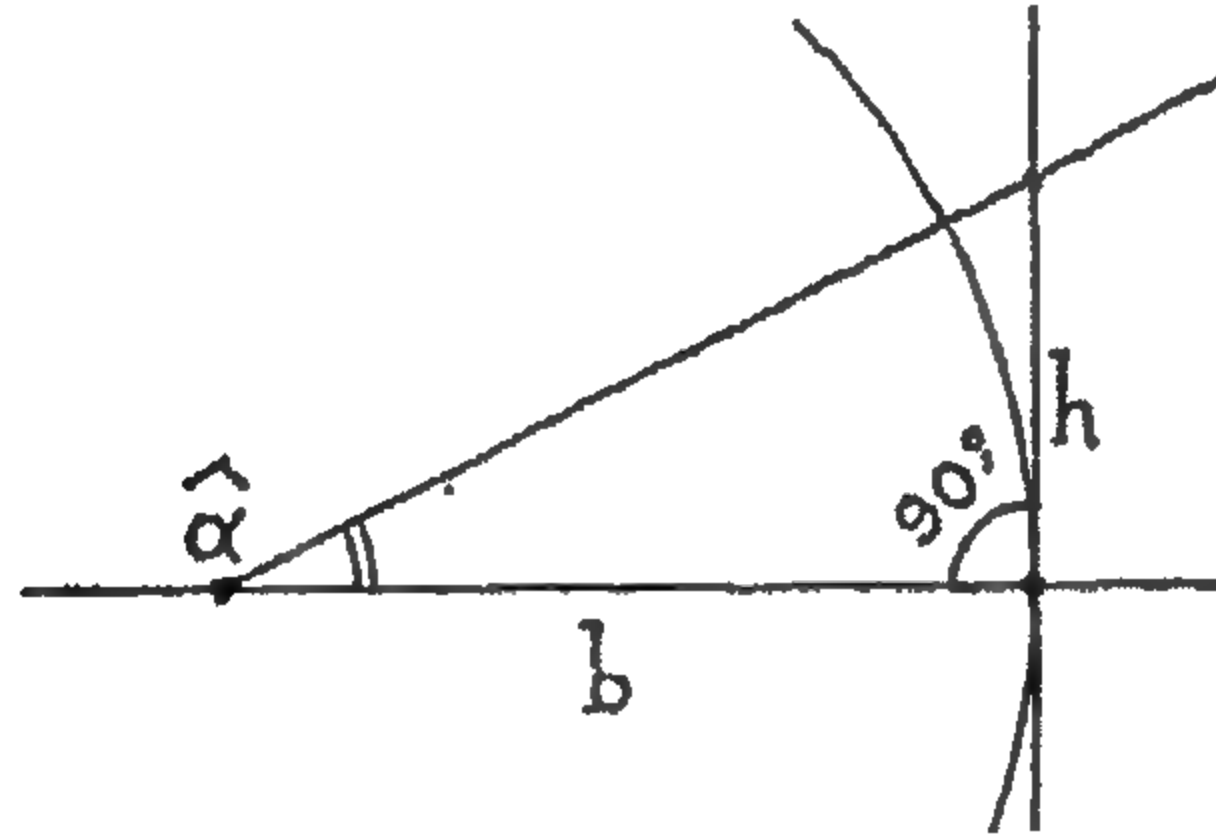
٥ - كان المهندسون المصريون القدماء يقيسون ميول الأهرامات. وتعنى الكلمة الهيروغليفية

الأسكد، سيكيد skd, seqed، باللغة الفرعونية ميل انحدارات الأهرامات.

ولإيجاد قيمة زاوية ميل ضلع الهرم، كان الرياضيون المصريون القدماء يقسمون نصف طول القاعدة على طول الهرم ويضربون النتيجة في ٧، لأن الذراع به ٧ أشبار ويناظر حاصل قسمة نصف طول القاعدة على الطول لقيمة ظل التمام لزاوية الميل.

ويبلغ مقدار زاوية الميل في المسألة رقم ٥٦ في بردية راند Rhind 5 1/25 شبرا. والقيمة المناظرة بالدرجات هي 54° 14'46" (ثيوفيل أو بينجا Thèophile obenga الفلسفة الفرعونية La Philosophie pharaonique، باريس لارماتان L'harmattan، ١٩٩٠، ص. ٤١٧ - ٤٢١).

و كان المصريون يستخدمون مقدارا ثابتا h يساوى ١ ذراع وهو ٧ أشبار أو ٢٨ إصبعا. ولكي يعينوا قيمة زاوية، كانوا يجربون بالأشبار والأصابع للطول b، أى ظل تمام الزاوية.



شكل ٦٣: ظل تمام زاوية ميل الهرم (سيكيد sked).

ويتم تحديد الزاوية a بظلها  $h/b$ ،

أو بظل تمامها  $b$  حتى  $h = ١$  ذراع.

## XX

### المستوى

### Plan

١ - المستوى: هو سطح منبسط وموحد، وعلى سبيل المثال: مستوى طبقة من المياه.

والمستوى أيضا هو مخطط مرسوم يمثل الأقسام المختلفة لمدينة ما، أو مبنى ضخمة، أو آلة،.. إلخ.

٢ - وقد كان المعماريون، والمهندسون، وعلماء الهندسة النظرية، يرسمون مستويات (خرائط التقسيم المساحية - مساقط أفقية) وعلى سبيل المثال:

- خريطة تقسيم (المسقط الأفقي) مقبرة رمسيس الرابع (حوالي عام ١١٦٢ - ١١٥٦ ق. م)، وهي بردية موجودة حاليا في متحف المصريات بمدينة تورين (إيطاليا)، وبها مقاسات دقيقة.

• خريطة تقسيم (المسقط الأفقي) مقبرة رمسيس التاسع (حوالي عام ١١٣٧ - ١١١٩ ق. م) موجودة على شقفة خزفية عثر عليها في وادي الملوك بالأقصر.



شكل ٦٤: مسقط أفقي لمجموعة أفنية مع صوامع الغلال. شقفة

(شقفة خزفية tesson - القرن ١ - ١١ قبل الميلاد).

المتحف المصري بالقاهرة.

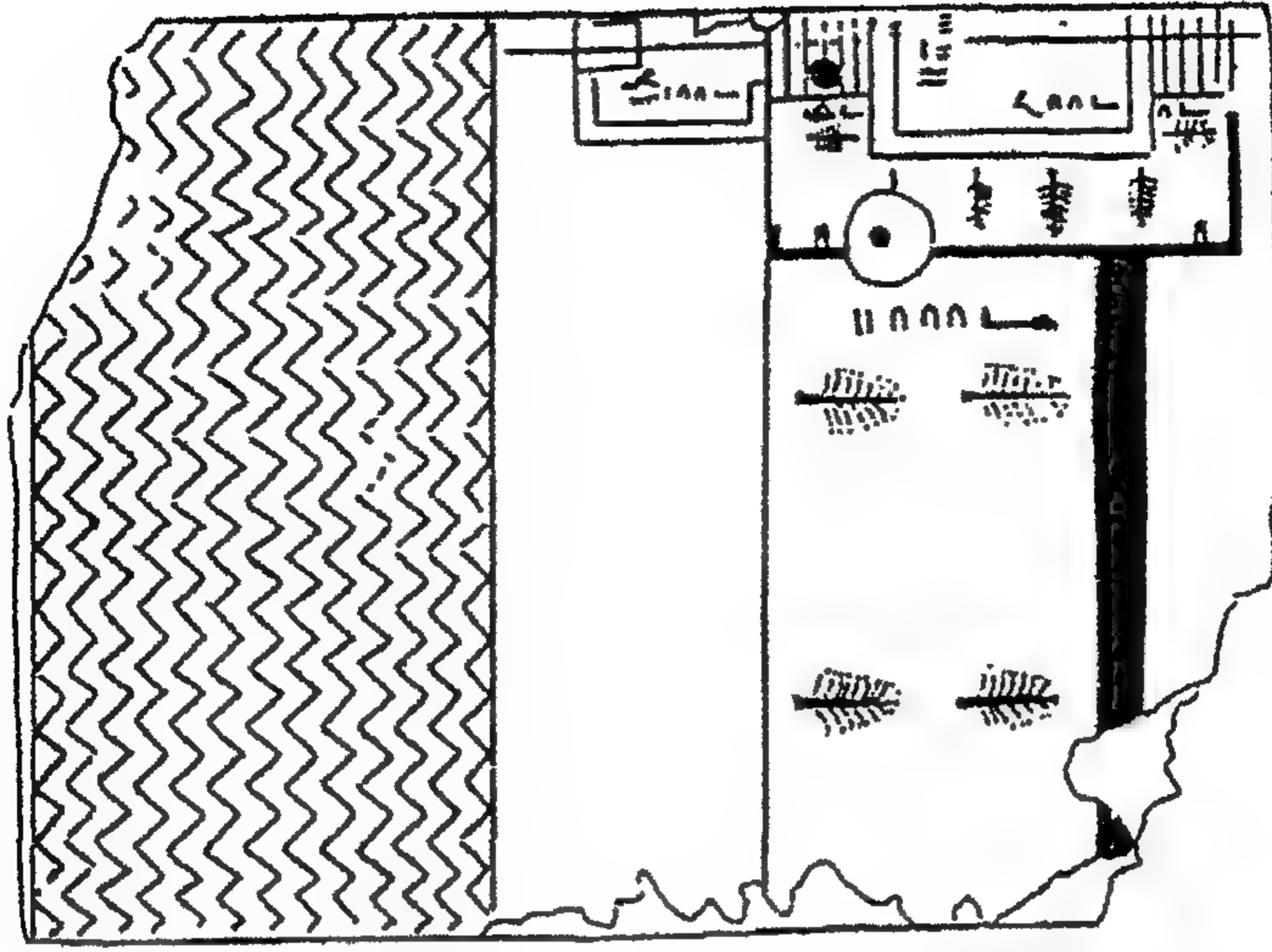
(تصوير أ. لكليه A. lecler - المعهد الفرنسي للآثار الشرقية  
Institut Francais d'Archiologie Orientale، القاهرة).

جزء من مسقط أفقى لحرم مقدس sanctuaire على شقفة خزفية ملونة  
حوالى عام ١٣٥٠ - ١٠٨٠ ق.م، عثر عليها فى الدير البحرى، وحاليا فى المتحف  
البريطانى بلندن (no. 41228).

٣ - المسقط الأفقى من عهد الرعامسة (القرن ١٣ - القرن ٩ ق.م)  
المرسوم على الفخار، وحاليا فى المتحف المصرى بالقاهرة، عو هو عبارة عن  
مجموعة أفنية بصوامع الغلال (شكل ٦٤).

ويوجد مسقط أفقى لحرم مقدس به إشارة إلى سمك جدار وأبعاد الشواهد  
المعمارية التى كان يجب أن يحيط بها. والرسم يحتوى على إنجازات هندسية  
وفلكية: معلومات مجهزة عن اتجاهات المباني بالنسبة للجهات الأصلية الأربع. كما  
توجد أيضا مساقط أفقية أكثر دقة، منفذة بمقياس رسم لإنشاءات معينة - وتلك  
المساقط مرسومة على ورق البردى (وليام ه.بيك William H. Peck،  
الرسومات المصرية القديمة Dessins égyptiens، مترجم عن الإنجليزية تصوير  
جون ج. كروس John J. Cross - دار نشر هيرمان Hermann، ١٩٨٠ ص.  
٥٢-٥٣، ١٩٤ - ١٩٧). وعلى سبيل المثال يمكنك أن تقرأ ما يلى: "يضع  
المعماري رسوماته بدءا بشبكة تقاطعات بزوايا قائمة، وتشهد الخطوط المحورية  
للرسومات باهتمامه بالتماثل فى نطاق التوازن الكلى للمجموعة (صفحة رقم ٥٢ تم  
تحقيقها بمعرفتنا).

إن المعماري المصري القديم كان مهندسا محنكا.



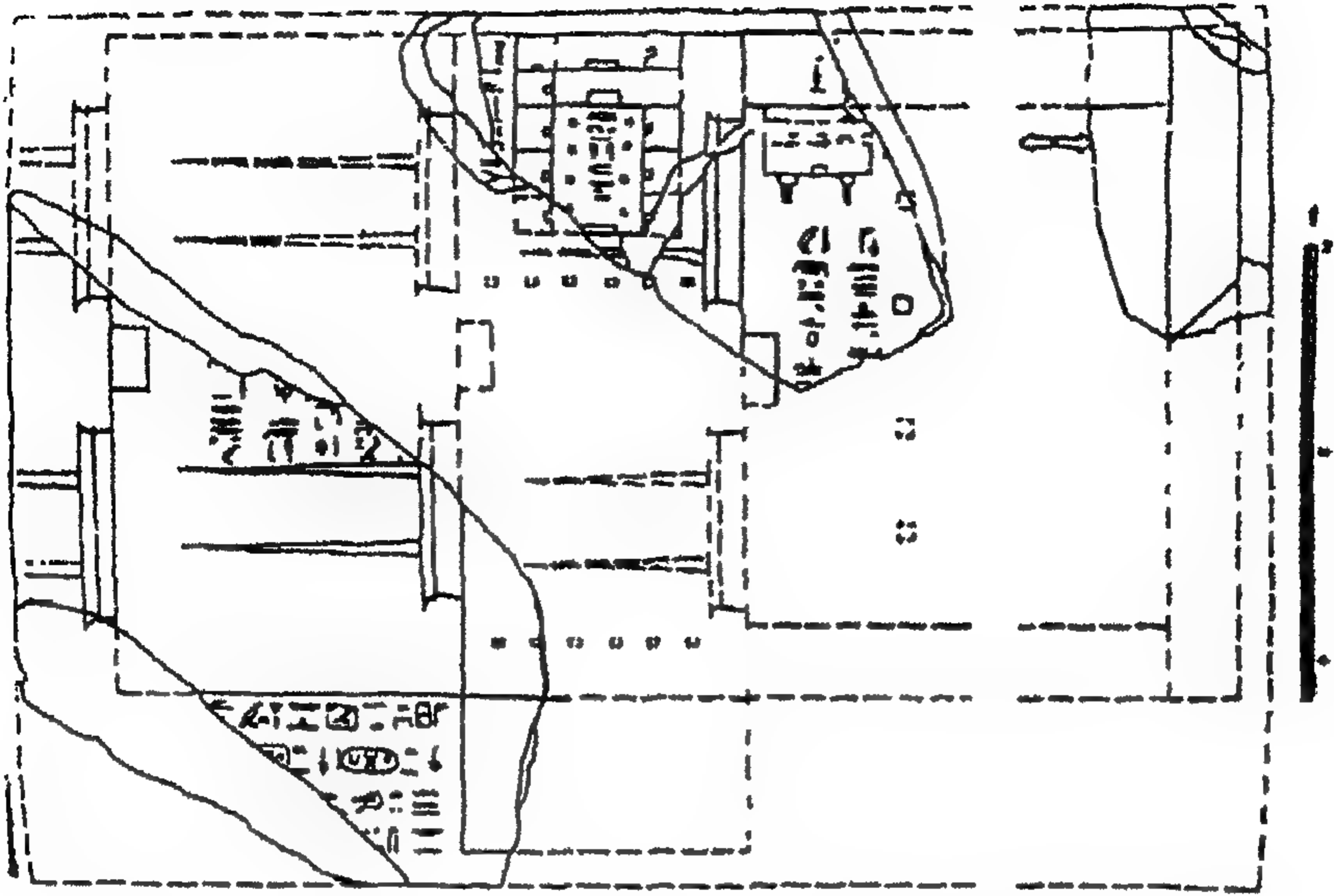
شكل ٦٥: مسقط أفقى رسمه معمارى، وقد أشار للأطوال بالذراع (الدولة الحديثة).

وقد أقام المعمارىون المصريون القدماء المخططات (المساقط الأفقية) لإنشاءاتهم. والمسقط الأفقى لأحد أقبية (سرداب منشأ تحت الأرض، يتكون من مجموعة حجرات تستخدم كمقابر) رمسيس الرابع (١١٦٧ - ١١٦١ ق.م)، محفوظ على ورقة بردى بمتحف تورين، فى إيطاليا مرسوم بمقياس رسم ٢٨ : ١ تقريباً. وقد أجريت مراجعات لفحص قياسات تلك المقبرة، أثبتت أن هذا المسقط منفذ بدقة فى جميع أقسامه الأساسية.

لقد كانت هناك هندسة وعمارة فى مصر الفرعونية. وتغطى الدولة الحديثة الفترة من عام ١٥٦٧ حت ١٠٨٥ ق.م.

المصدر: (شكل ٦٥) أ. إرمان A. Erman، وه. رانكه A. Ranke، الحضارة المصرية La civilisation égyptienne، مترجم عن الألمانية، باريس بايو Payot، ١٩٦٣، صفحة ٤٧٥.





شكل ٦٦: مسقط أفقى لمعبد فى هليوبوليس مع قائمة جرد بالمنقولات والأثاث ،

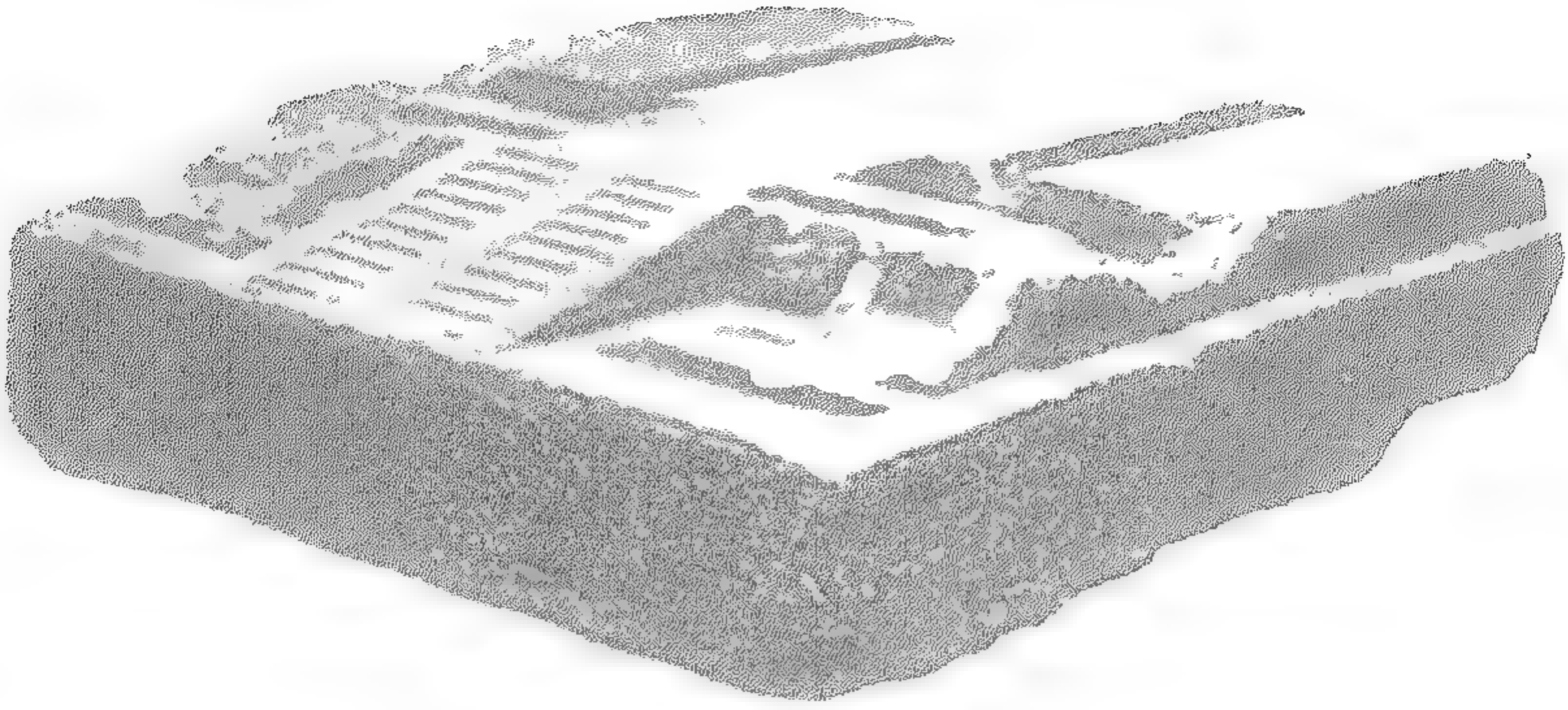
(الأسرة الثامنة عشرة - الأسرة التاسعة عشرة).

الأبعاد الأصلية: ٢٩×٢٢ سم

المتحف المصرى لتورين، قائمة جرد تكميلية ٢٦٨٢

عن ه. ريكه H. Rick, Das hohe Sand in Heliopolis. Eine Inventartafel aus Heliopolis in turiner Museum, in "Zeitschrift für ägyptische Sprache und Alterstumkund und Alterstumkund"<sup>(١)</sup> ٧١، ١٩٣٥، اللوحة رقم ٧ وتدلنا الكتابة الموجودة على قاعدة موديل، ذات مقياس رسم مصغر لمعبد من هليوبوليس (الشكل ٦٧) أن ذلك المعبد كان مكرسا بمعرفة سيتي الأول (١١٢ - ١٣٠٠ تقريبا ق. م)، وكان الملك الثانى فى الأسرة التاسعة عشرة.

(١) الترجمة عن الألمانية: الرمال العليا فى هليوبوليس، لوحة جرد من هليوبوليس فى متحف تورين، فى "مجلة اللغة المصرية ومعارف العصور القديمة" - المترجم.



شكل ٦٧: نموذج تمهيدى (ماكيت Maquette)

هذا النموذج التمهيدى أو الماكيت من الحجر الجيرى:  $١١٢ \times ٨٦$  سم (نيويورك، متحف بروكلين).

ولقد كان المعمارىون المصريون القدماء يعملون على أساس مقياس رسم معين. وكانت عقليتهم الهندسية هى التى تملى عليهم استخدامه بصورة قاطعة. فالماكيت أو النموذج التمهيدى هو تحقيق الفكرة، أو المفهوم، أو الرؤية النظرية، والفكرية. لقد كانت الهندسة هى التى تقود كل الأعمال المعمارية التى تجرى فى وادى النيل.

٤ - وفى نفس الوقت فالمستوى فى الرياضيات، هو سطح غير محدود يمتد فى جميع الجهات بحيث يتضمن جميع الخطوط المستقيمة، التى لها نقطتان مشتركتان معه، بالكامل.

ولكى يتم تمثيل مستوى ما، يكون على المرء أن يحدده اصطلاحيا بمستطيل يكون له منظور فى هيئة متوازى مستطيلات.

ويتقاسم المستوى تماما كل الحيز الفراغى فى منطقتين، ولا يمكن المرور من واحدة لأخرى دون عبور المستوى.

كل مستقيمين متوازيين فى نفس المستوى لا تكون بينهما أى نقاط مشتركة.

إذا كان هناك مستقيمان متوازيان، وإذا ما قطع مستوى ما واحدا منهما، فلا بد أن يقطع الآخر.

إذا كان هناك مستقيمان متوازيان مع نفس الخط المستقيم، فلا بد أن يكون الثلاثة متوازيين.

٥ - الوثيقة التالية على قدر من الأهمية. وهي قطعة من الخزف الأحمر الغامق مع اصفرار، وعرضها ١٤,٦ سم، وبطول ٦,٤ سم، وربما يرجع تاريخها إلى الأسرة التاسعة عشرة (حوالي ١٣٠٥ - ١١٩٦ ق. م)، وموجودة الآن في متحف اللوفر (باريس).

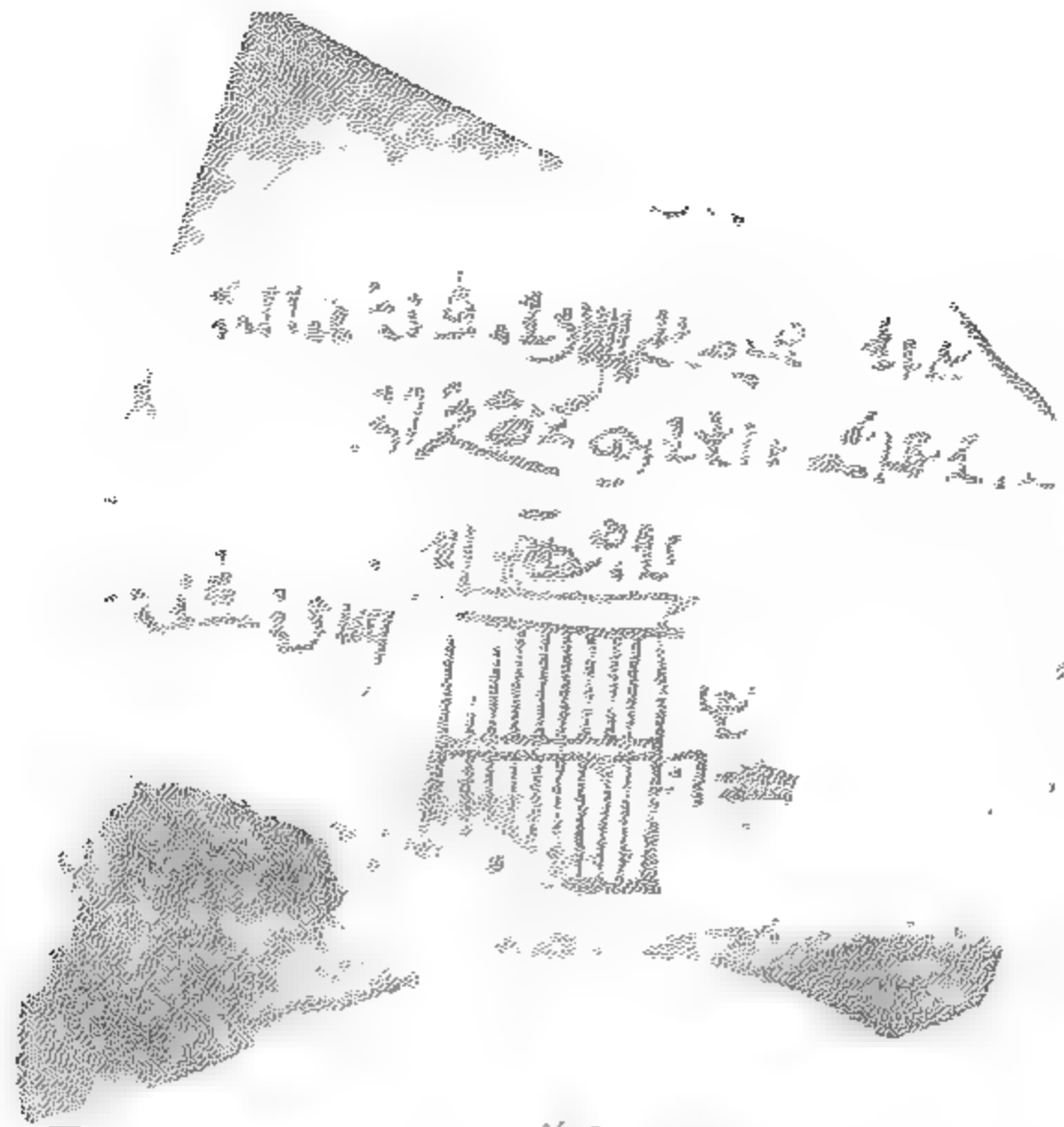
وتشتمل الوثيقة على طلب تشغيل عاجل بتصنيع أربع نوافذ، ومرفق معها كتعزيز رسم كروكي. والجزء العلوي من الوثيقة به ذلك النص: "Nakhtamon عليك بتصنيع أربعة من العينة المرفقة، بدقة عالية وبأسرع وقت (مكررة): وسأوافيك غدا!

بإيضاحات حول موضوعهم: "العرض ٤ أشبار، الارتفاع ٥ أشبار و ٢ إصبع..". (برناديت ليتيليه Bernadette Letellier، أمينة قسم الآثار المصرية، متحف اللوفر).

وعلى يسار الكروكي، إشارة لتحديد ماهو مطلوب بدقة: "أربع من تلك العينة".

والشكل المرسوم، وهو مسقط أفقى للنافذة يناظر مستطيلا أبعاده ٣٠×٤١ سم تقريبا.

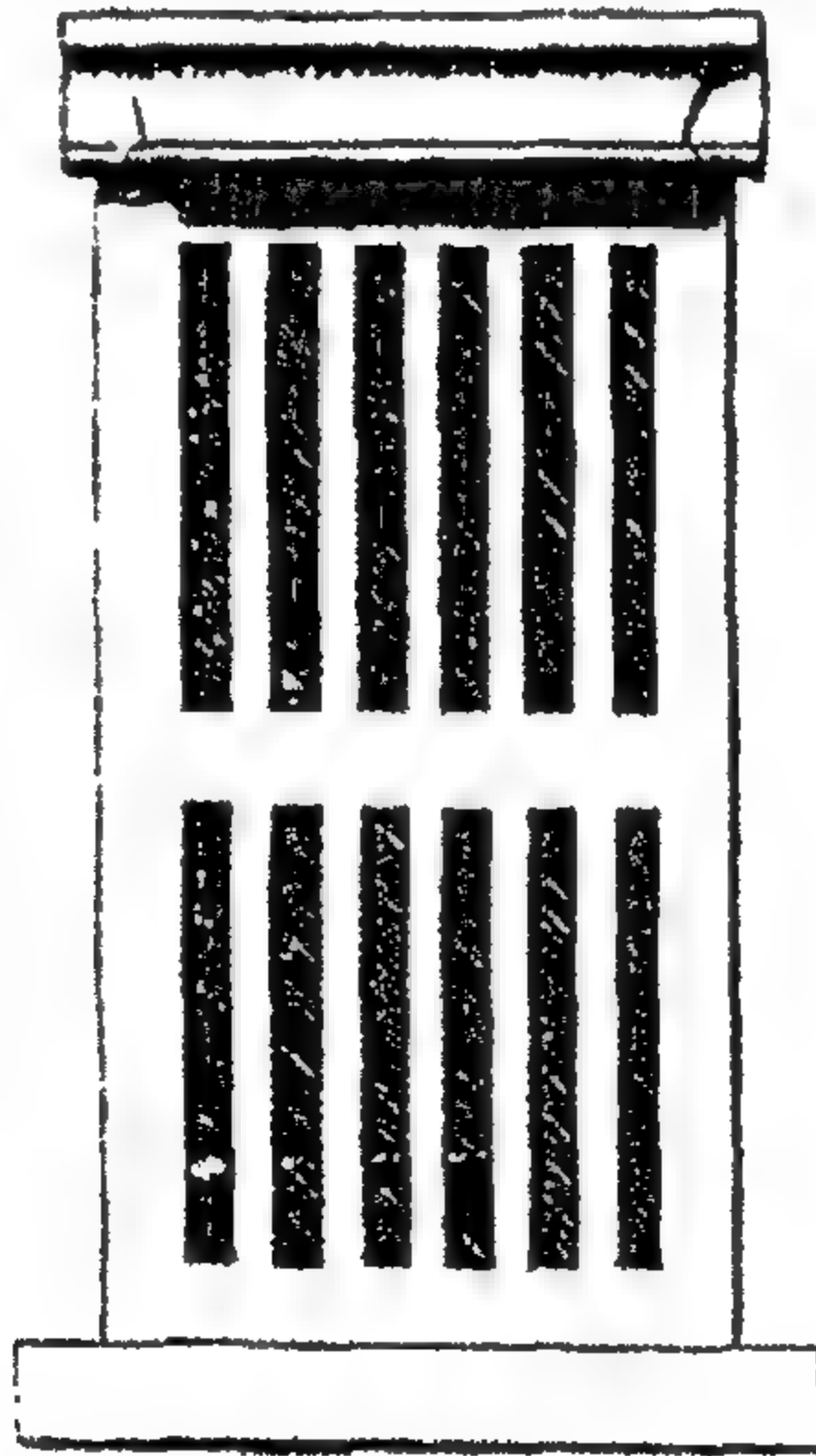
ومن الممكن للمرء أن يتفحص عدة خواص مميزة للمسقط الأفقى بالمفهوم الرياضى: السطح مستوى، وغير محدود من جميع الجهات، ويقسم الحيز الفراغى بحيث يجب عبور المسقط للمرور من مكان لآخر.



شكل ٦٨: مسقط أفقى رياضى (هندسى).

والمسقط نافذة بقضبان عددها عشرة، وتشكل القضبان خطوطاً مستقيمة متوازية فى المسقط الأفقى نفسه.

طلب مسقط أفقى كتعزيز لنوافذ شقفة خزفية (حوالى ١٣٠٥ - ١١٩٦ ق.م) ويمثل هذا الشكل مسقطاً أفقياً بالمفهوم الرياضى للحد terme (شكل ٦٨).



شكل ٦٩: شبكة نافذة من الحجر (عن صحيفة الآثار المصرية Journal of Egyptian Archeology VIII, p 1. IX) وكانت نوافذ المساكن فى الدولة الحديثة (١٥٦٧ - ١٠٨٥ ق.م) ذات مقاسات صغيرة وبصفة عامة

ذات أعداد صغيرة أيضا، كما كانت مستطيلة الشكل. وكان المتكأ L'appui،  
والساكف Linteau، واضحين تماما. والشبكة هنا من الحجر وذات فتحات رأسية  
تم قطعها حسب المقاسات من بلاطة سميكة نسبيا.

إن النموذج الهندسى والمعمارى للمعبد الإغريقى هو بلا منازع المعبد  
المصرى.

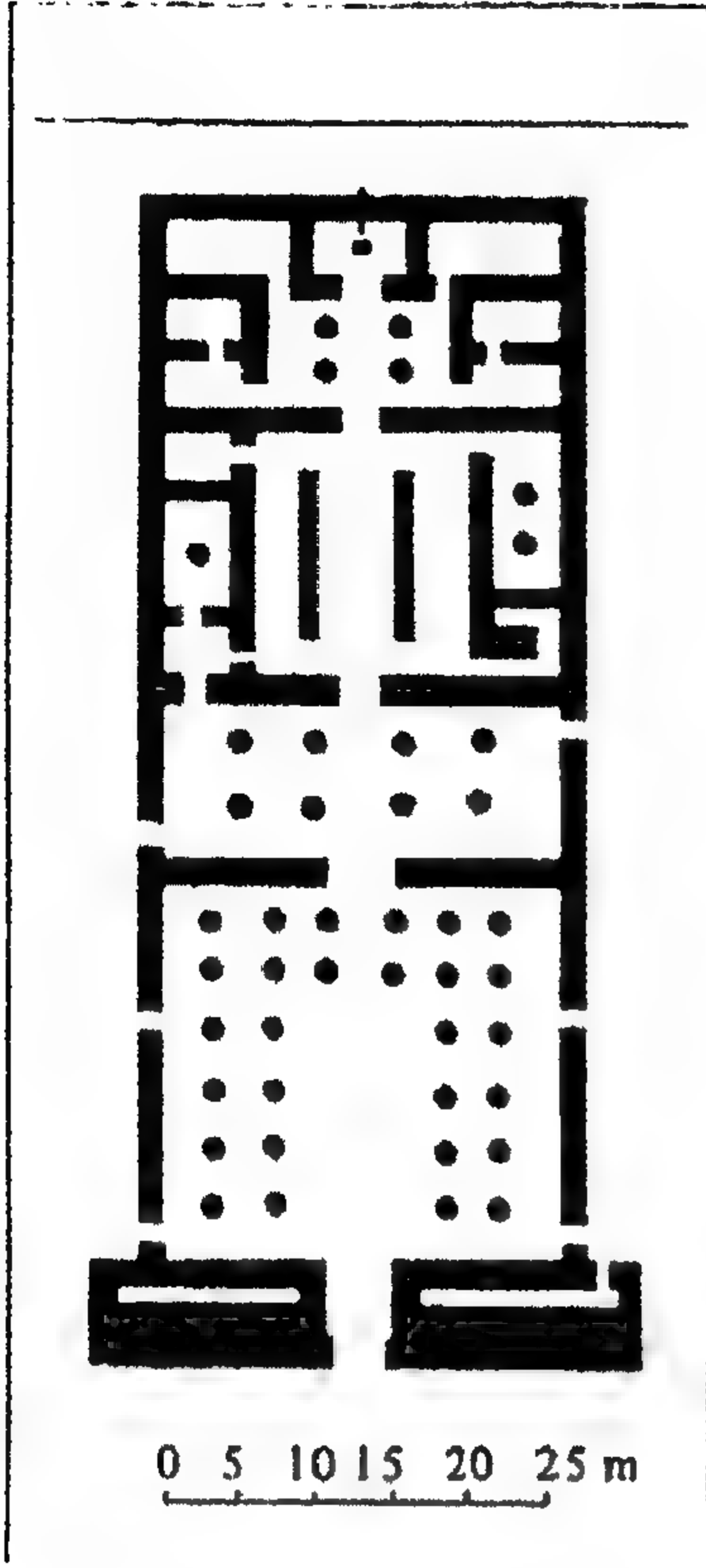
وفى اليونان، وكان ذلك حوالى عام ٦٠٠ ق. م، كان بناء أول المعابد من  
الحجر، وقد فتح ذلك الطريق إلى إنشاءات هائلة، والتي بدأت منذ ذلك الوقت  
فصاعدا ترسم معالم العمارة اليونانية المميزة. (موسى إ. فينلى Moses I. Finley،  
اليونان الباكورة، العصور البرونزية والقديمة Early Greece, the Bronze and  
Archaic Ages، لندن، ١٩٧٠).

والمعبد اليونانى: "نقله المعماريون الأيونيون<sup>(١)</sup> من مصر.."  
(جون بوردمان John Boardman - اليونانيون عبر البحار  
The Greeks Overseas – Benguin Books، طبعة ١٩٧٣).

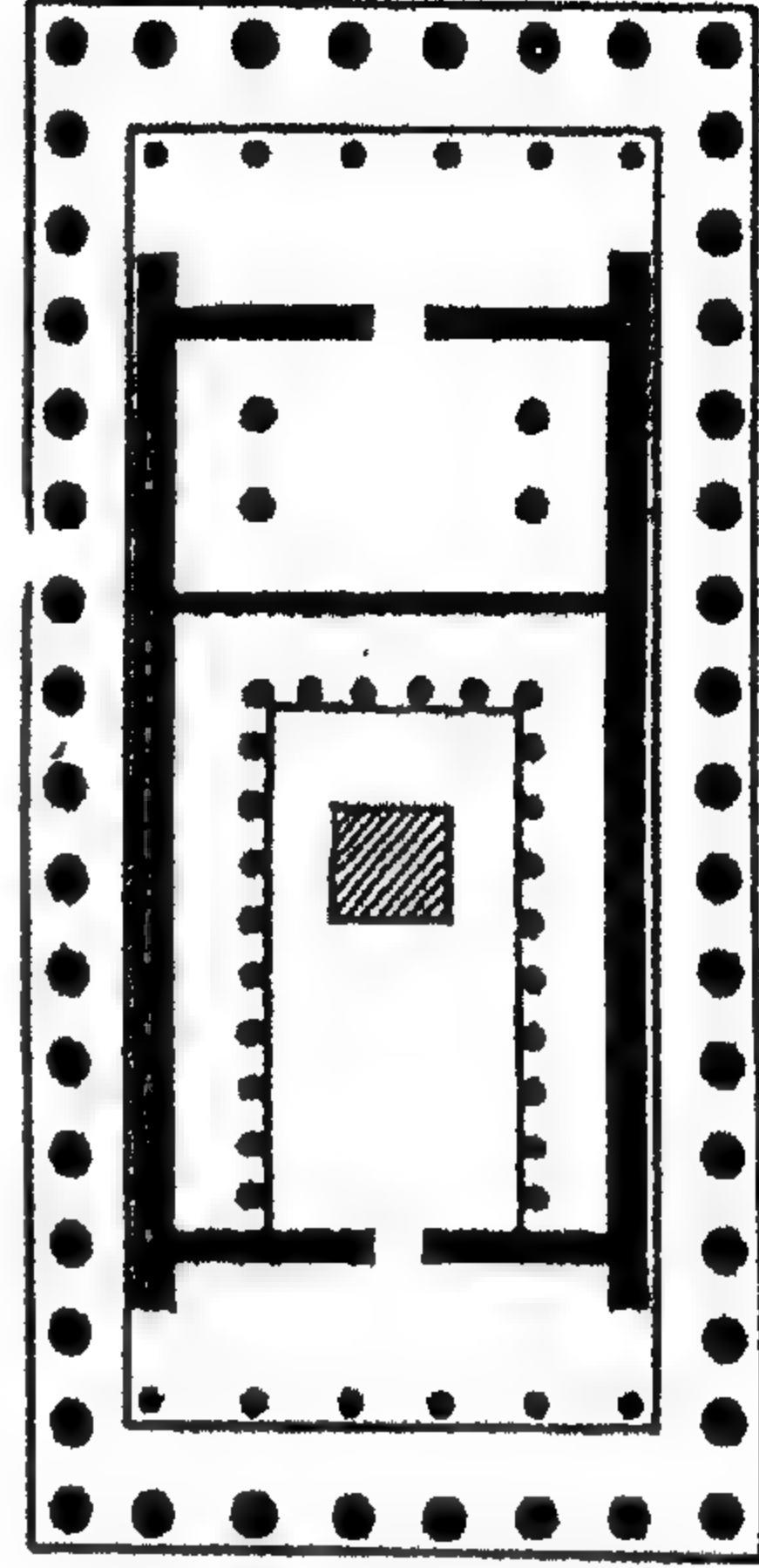
---

(١) كانت أيونيا هى أهم أقاليم اليونان القديمة وأكثرها ازدهارا واشتهرت بعمارتها ذات الأعمدة الأيونية،  
وهى تقع غرب اليونان وتضم إثنا عشرة مدينة كل منها مستقلة بذاتها، وأخرجت عدیدا من الفلاسفة  
قبل سقراط كطاليس وفيثاغورث.. إلخ، وكان يطلق عليها فى القرنين السابع والسادس قبل الميلاد  
يونان الآسيوية - المترجم.





ب - معبد يوناني



أ - معبد مصري

شكل ٧٠: مسقط أفقي لمعبد

وقد استقى المعماريون الأيونيون معمارية المعبد لديهم انطلاقاً من النموذج المصري، إلا أن البشر لا يتغيرون، ولا يريدون أن يتبعوا الحق (النفسية الجميلة) بسبب ضغط الأحكام المسبقة!!



## XXI

### متوازي المستطيلات

#### Parapelloipede

متوازي المستطيلات: متوازي المستطيلات عبارة عن منشور تكون قواعده متوازيات أضلاع (parallogrammes) المنشور عبارة عن جسم صلب يحده سطح منشوري وقطاعان مستويان متوازيان) والأوجه الستة لمتوازي المستطيلات عبارة عن متوازيات أضلاع.

١ - وفي متوازي المستطيلات تكون:

- الأضلاع متوازية ومتساوية أربعاء أربعاء.
- الأوجه المتقابلة متوازية ومتساوية.
- الأقطار تتلاقى فى نقطة، هى نفسها منتصف كل منها ومركز متوازي المستطيلات.

٢ - متوازي المستطيلات المستطيل هو متوازي مستطيلات قائم الزاوية تكون فيه القاعدة مستطيلاً مواصفاته كالتالى:

- أوجهه تكون مستطيلات.

- زوايا السطحية d rièdres<sup>(١)</sup> تكون قائمة (الزاوية السطحية تتميز باستقامتها، والزاوية السطحية القائمة هي نصف الزاوية المستوية).

• الأضلاع الثلاثة التي تخرج من كل رأس من رؤوس متوازي المستطيلات تكون شكلا ثلاثي السطوح trièdre ثلاثة مستطيلات.

• في متوازي المستطيلات المستطيل، يكون مربع القطر مساويا لمجموع مربعات الأضلاع الخارجة من نفس الرأس. وأقطار متوازي المستطيلات المستطيل متساوية.

٣ - المكعب: المكعب هو متوازي مستطيلات مستطيل تكون جميع أضلاعه متساوية.

ما هي الحال في مصر؟ فالهندسة المصرية القديمة، سواء كانت مطبقة أم لا، هل كان في مقدورها القيام بأعمال ذات شأن مع متوازي المستطيلات، الذي يعتبر شكلا معقدا بما فيه الكفاية؟

٤ - العلاقات الهندسية التي رفعها وسجلها جان فيليب لاور (jean-philippe Lauer) (والذي كان لديه اعتقاد قوى بما تحويه الأهرام من أسرار) في الغرفة الجنائزية للهرم الأكبر لخوفو (خيوبس Khéops، كيوبس chéops)، ثاني ملوك الأسرة الرابعة (حوالي ٢٦٥٠ ق.م):

١- الغرفة الجنائزية للهرم الأكبر (ارتفاعها ١٤٦,٦٠ متر، وطول الضلع ٢٣٠,٩٠ متر) عبارة عن متوازي مستطيلات مستطيل.

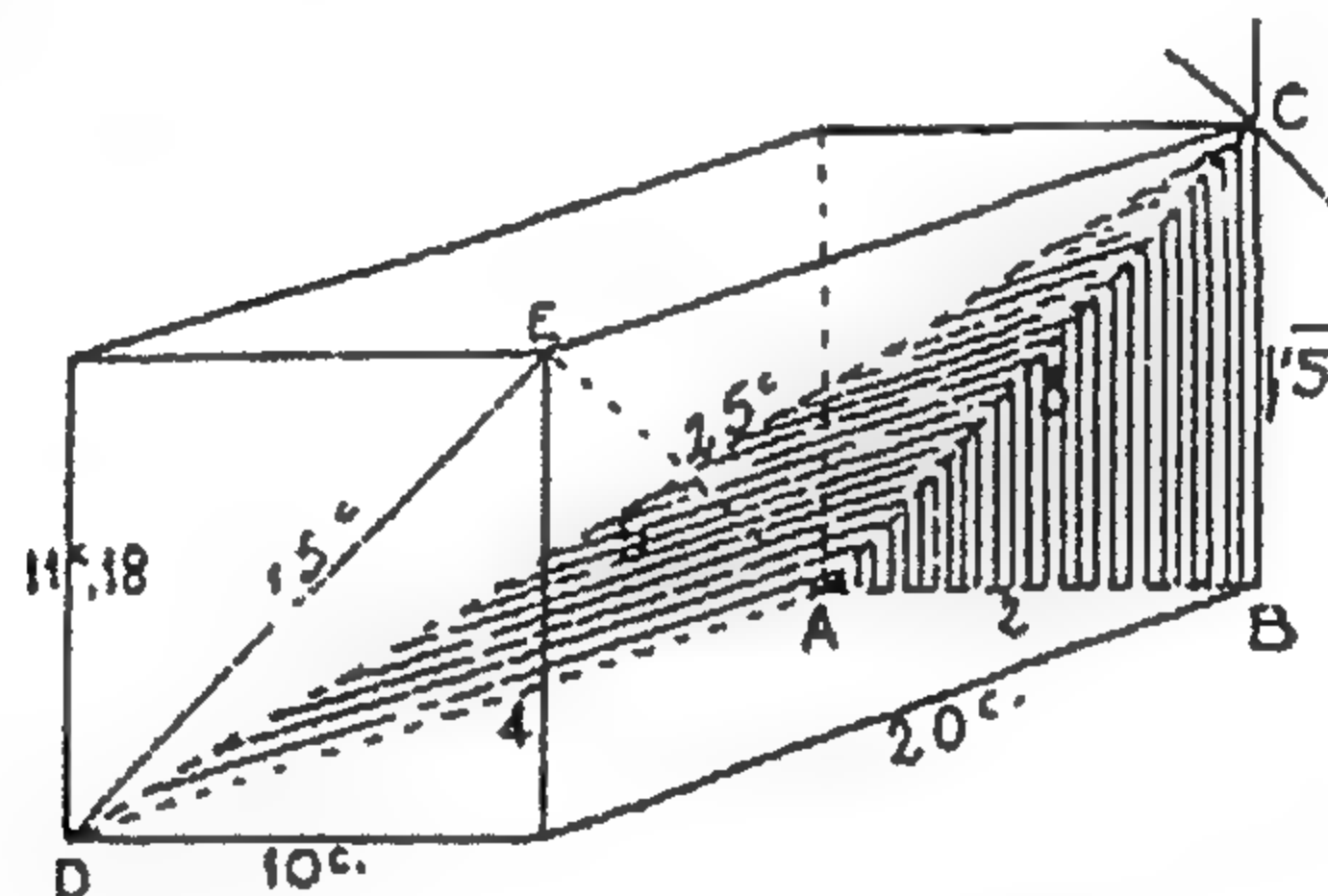
٢ - تلك الغرفة، والتي كان من المفروض أن تستقبل تابوت الفرعون تم إنشاؤها عند منسوب يبلغ فيه سطح الهرم نصف قاعدته: وكان ذلك يتضمن معرفة أن القطر diagonal لمربع سطح معطى، ومساوٍ لضلع مربع ضعف السطح.

---

(١) تنشأ الزاوية السطحية من تقاطع مستويين - المترجم.

٣ - استتبع وجود ضلع بطول ١٥ ذراعًا للخط القطري لجدارين صغيرين، شرق وغرب غرفة ضريح خوفو، وجود مثلث قائم الزاوية (المثلث المقدس triangle Sacré) ٣، ٤، ٥ في مستوى القطاع الطولى للغرفة المارة بذلك الخط القطري.

٤ - سمحت الخطوط القطرية diagonales بطول ١٥ ذراعًا، في متوازي المستطيلات المستطيل لغرفة التوابيت، بسهولة التحكم في ضبط زوايا الاتجاه الرأسى للجدارين "العمودية verticalité" (الزوايا السطحية driedres).



شكل ٧١: متوازي المستطيلات المستطيل الذي يشكل الغرفة الجنائزية في هرم خوفو الأكبر (كيوبس)، طبقا للمعلومات الواردة من جان- فيليب لاور Jean – philippe Lauer (١٩٧٤).

٥ - ويوضح شكل متوازي المستطيلات المستطيل للغرفة الجنائزية لخوفو  
الحقائق التالية:

- تم الحصول على ارتفاع الغرفة الجنازية برسم مثلث قائم الزاوية أضلاعه على التوالي ٢، ١١ ٥ الجذر التربيعي للعدد ٥)، ٣.
- لما كان الضلع الأصغر للحجرة قاعدة المثلث، يساوي ٢، فمن أحد طرفيه A كمركز، نرسم قوس دائرة نصف قطرها ٣.
- يكون ارتفاع نقطة تقاطعه C مع العمود الساقط على الطرف الآخر لذلك الضلع B مساويا للجذر التربيعي  $2,236 = \sqrt{5}$ .



• بضرب تلك الأبعاد الثلاثة في ٥، سنحصل على أضلاع الواجهة الصغرى للغرفة، حيث تكون القاعدة = ١٠ أذرع، والخط القطري la diagonale = ١٥ ذراعًا، والارتفاع ١١ ذراعًا، و١٨ شبرًا.

- كان اختيار ذلك الرسم يتم بمعرفة المصريين القدماء الذين بنوا الهرم الأكبر، لأنه يعطى بالإضافة لذلك مواصفات المثلث المقدس ٣،٤،٥ فى المستوى ACDE، حيث تكون الخطوط القطرية لحجم الغرفة مساوية لـ ٢٠ ذراعًا. وقد كان ذلك الرقم المميز يسمح بسهولة التحكم فى تعامد الجدار.

ولم تكن مثل تلك الأمور التى على هذا القدر من النجاح وليدة تجريب أو وصفات عملية أو مصادفة. فقد كان المعمارىون المصريون يعرفون جيداً نظرياتهم الهندسية عند تنفيذ الرسومات الإنشائية لشواهدهم المعمارية، ويطبقونها بمهارة. وكانوا يستخدمون بصفة خاصة مختلف المثلثات قائمة الزاوية، والتى كانت ملفتة للنظر بحق، بحيث ستكتشفها اليونان القديمة من خلال فيثاغورث الذى أقام لمدة ٢٢ عاماً فى بلاد الفراعنة للدراسة.

ولقد استطاع جان فيليب لاور jean-philippe Lauer أن يكتب ذلك ولديه معرفة تامة بالسبب: "... وهكذا عثر على طرق للحساب والرسم، ويمكن للمرء أن يسترجعها من خلال وثائق لاحقة مثل برديتى راند وموسكو، حيث تعود النصوص إلى عصر الدولة الوسطى فى مصر القديمة (جان فيليب لاور Le Mystere des Pyramides، (أسرار الأهرامات) - باريس دار نشر Presse dela Cite، ١٩٧٤، صفحة ٣١٢).

وإذن فقد كانت الخارطة التى تكمن كخلفية للوثائق الرياضية المصرية، والأكثر شيوعاً، هى برديتا راند وموسكو، والعلوم والخبرات المتراكمة للمعمارىين والمهندسين، ورجال الهندسة النظرية للدولة القديمة (٢٧٨٠ - ٢٢٨٠). مما يشير إلى وجود تقاليد علمية فرعونية راسخة.

## XXII

### القطع الناقص (الإهليلجى)

## ELLipse

١ - القطع الناقص (الإهليلجى): القطع الناقص ellipse (فى اليونانية elleipsis تعنى ناقص) عبارة عن مستوى منحنى محدب مقفل، له محوران للتماثل، ويكون مجموع المسافتين بين أى نقطة عليه ونقطتين ثابتتين داخله، يطلق عليهما البؤرتان foyers، ثابتًا. وقد أطلق جيرار ديزارج Girard Desargues (١٥٩٣-١٦٦٢)، على القطع الناقص على سبيل التوضيح اسم "المنقوص defailement".

٢ - ومن الممكن رسم القطع الناقص (والذى هو عبارة عن شكل مخروطى) باستخدام خيط طوله  $2a$ ، وطرفيه  $F$  و  $F_1$ ، واللذان يشكلان بؤرتى القطع الناقص. ويسمى القطر الكبير للقطع الناقص بالدائرة الرئيسية للقطع الناقص، أما القطر الصغير فيطلق عليه الدائرة الثانوية.

$$\pi ab = \text{مساحة القطع الناقص}$$

٣ - فيما بين الأعوام ١٩٠٥ - ١٩١٢، قام أليكساندر برازانتى Alexander Brasanti بإجراء حفريات فى منطقة زاوية العريان شمال هرم زوسر المدرج فى سقارة، واستخرج وعاء ضخما من الجرانيت على شكل بيضاوى بطول ٢,١ متر وعمق ١,٠٥ متر، وله غطاء مماثل من الجرانيت أيضا.

٤ - وفي عام ١٩٠٧ اكتشف جورج داريسى Georges Daressy قوسًا من قطع ناقص في رسم إنشائي لإحدى القباب ضمن حفريات في مصر.

٥ - قام لودفيج بوركهارت Ludwig Borchardt، خلال عدة أعوام، بإدارة مشاريع الحفريات الألمانية في مصر لحساب الجمعية الشرقية الألمانية Société Orientale Allemande، وكان أول من أثبت بما لا يدع مجال للشك أن المصريين القدماء قد استخدموا طريقة المنحدر rampe في بناء الأهرام. كما كان ذلك الرجل، وللمرة الأولى أيضا، هو من عرف كيف يوضح، بواسطة رسومات إنشائية (١٩٠٢-١٩٠٨) رائعة، مجموعات أهرامات أبو صير مع مجموعاتها الإنشائية الجنائزية (الأسرة الخامسة). ولقد كان إنجاز ذلك هو الذي أتاح، للمرة الأولى في علم المصريات égyptologie، التناول بعمق للمجموعات الإنشائية الأثرية للأهرام الملكية.

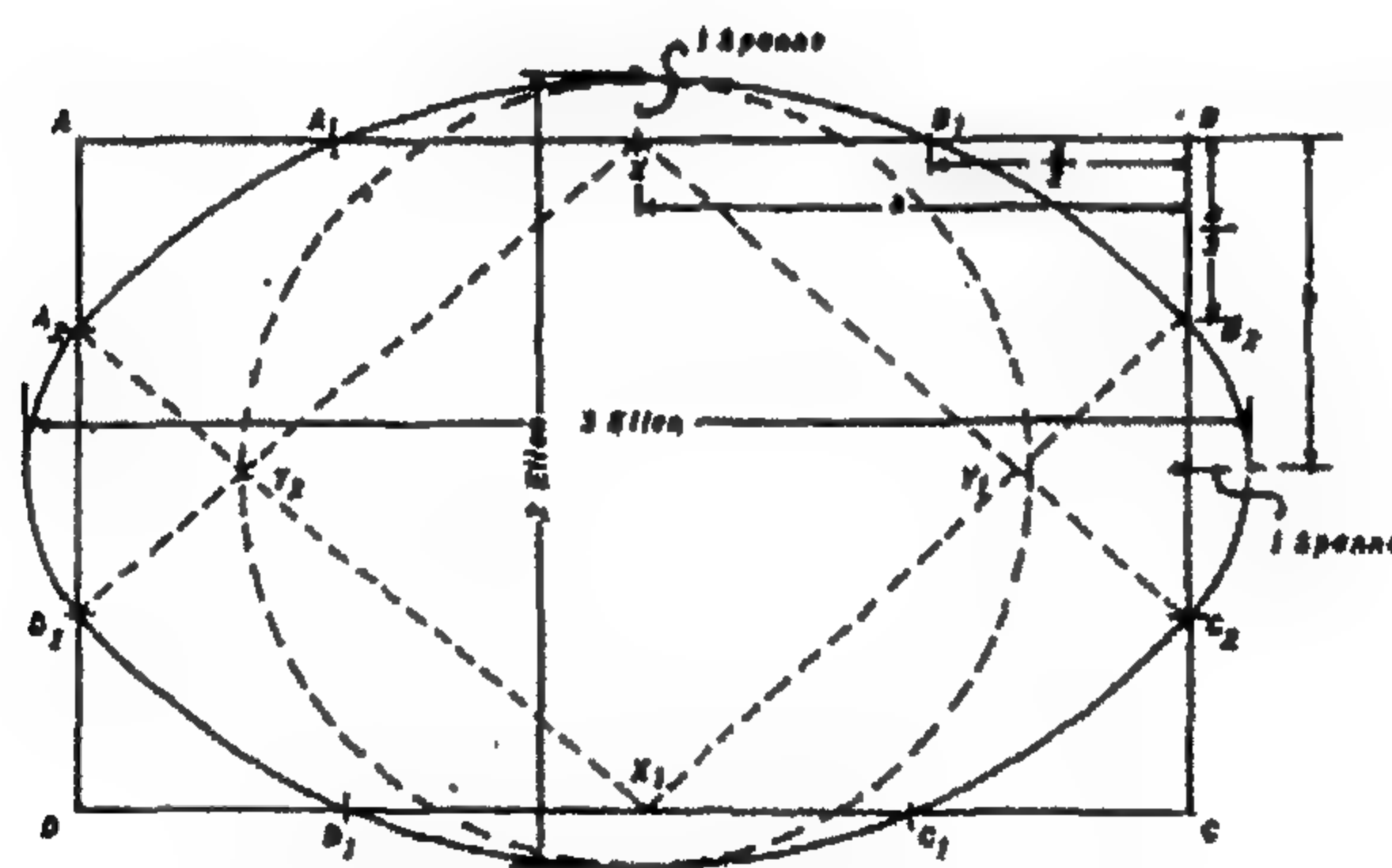
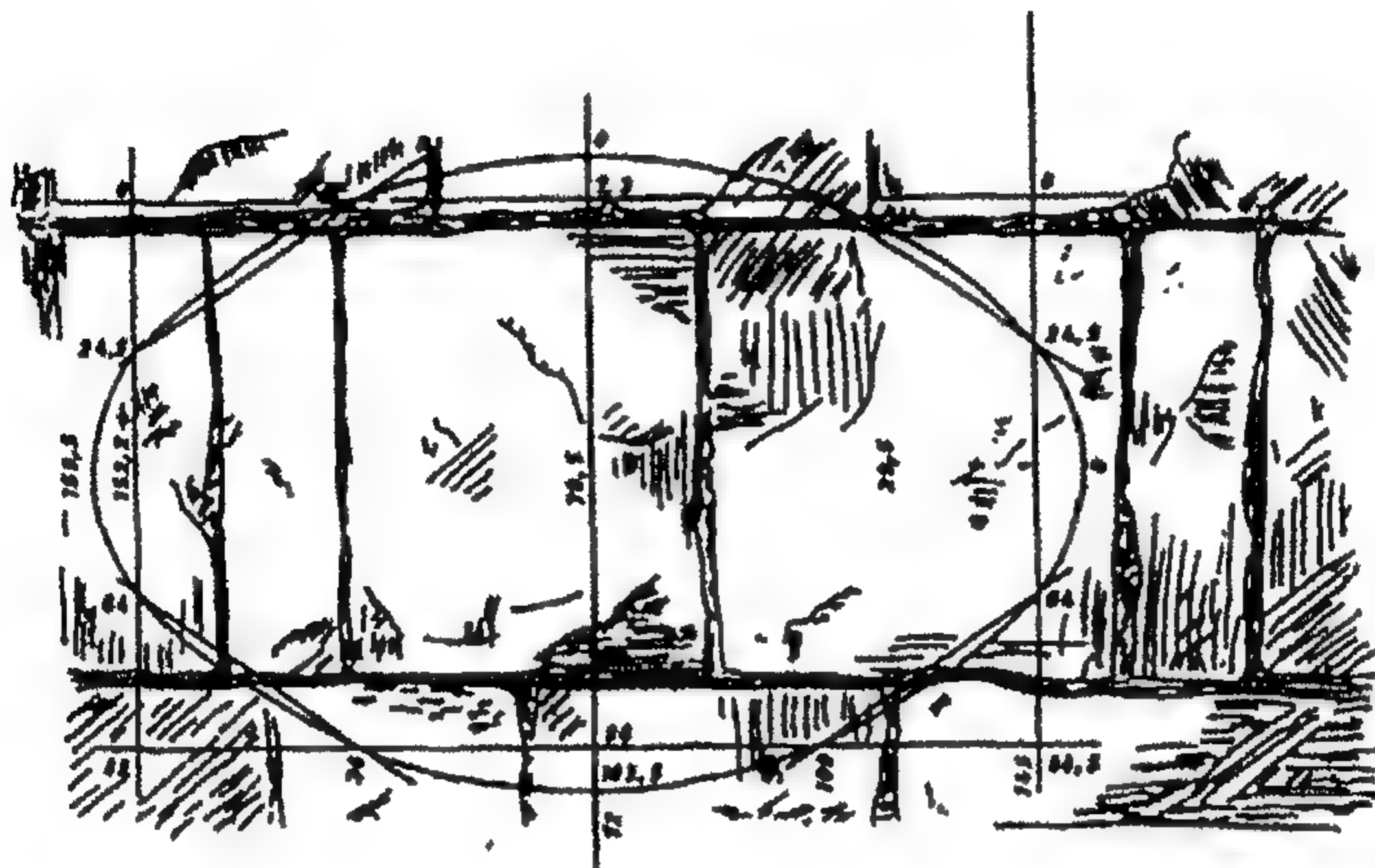
وكان بوركهارت قد أنجز ونشر من قبل في عام ١٨٩٦ في "ZAS" - ٣٤، ١٨٩٦، صفحة ٧٥ وما بعدها) رسما محفورا على جدار في معبد الأقصر في عصر رمسيس الثالث (حوالي عام ١٢٠٠ ق.م). وقد تعرف عالم المصريات في ذلك الرسم المصري القديم على طريقة إنشاء القطع الناقص.

استنساخ القطع الناقص الموجود على جدار معبد الأقصر من واقع الرسم الأصلي للودفيج بوركهارت (الشيخ أنتا ديوب: الحضارة أم البربرية Civilisation ou Barbarie، باريس، ١٩٨١، ص. ٣١٣).

استنساخ القطع الناقص المرسوم على جدار معبد الأقصر. هذا الجدار كان قد تم إنشاؤه إبان حكم رمسيس الثالث، حوالي عام ١٢٠٠ ق.م (رسم أمادو فاي Amadou Faye, IFAN، مجلة اللغة المصرية القديمة Zeitschrift für Aegyptischer Sprache: المجلد الرابع والثلاثون، ١٨٩٦، شكل رقم ٧).

الشيخ أنتا ديوب: الحضارة أم البربرية *Civilisation ou Barbarie*، باريس، ١٩٨١، ص. ٣١٣.

البحوث المصرية حول القطع الناقص (الشيخ أنتا ديوب: الحضارة أم البربرية *Civilisation ou Barbarie*، باريس، ١٩٨١، التواجد الأفريقي، ص. ٣١٤).



شكل ٧٢: القطع الناقص على جدار معبد الأقصر

والرسم المصري القديم يظهر في الواقع مستوى منحنى مقلداً (القطع الناقص) يقطعه مستطيل يمثل بخطاً طفيف حوالى ١%، سطح القطع الناقص.

٦- والبرهان واضح تماما في جميع الأحوال على أن القطع الناقص (الإهليجي) كان معروفا ومرسوما في مصر القديمة. وعاء ذو شكل بيضاوى، قوس من قطع ناقص. قطع ناقص ومستطيل على جدار في معبد بالأقصر.

٧- قام الشيخ أنتا ديوب بحساب مساحة القطع الناقص على جدار معبد الأقصر على غرار المسألة المطروحة (الشيخ أنتا ديوب: الحضارة أم البربرية Civilisation ou Barbarie، باريس، ١٩٨١ التواجد الأفريقي، ص. ٣١٤). وقد انصبت أبحاثه على خاصية للقطع الناقص، ربما كانت حساب مساحة القطع الناقص.

فالشكل البيضاوى للقطع الناقص مقطوع بمعرفة مستطيل ABCD بحيث كان:

$$AB=DC = 2a = 2 + 1/2 + 1/4. \text{ ذراعا.}$$

و

$$AD= BC = 2b = 1 + 2/3 \text{ ذراعا}$$

وتبعاً لذلك، سنجد أن:

$$AA_1 + BB_1 = CC_1 = DD_1 = 1/4AB = a/2$$

و

$$AA_2 = BB_2 = CC_2 = DD_2 = 1/6AB = a/3.$$

ويبدو الشكل كما لو كان يعنى البحث في مساحة (S) القطع الناقص.

$$S = \pi ab = 1 \times 1 1/2 \times \pi = 4,71 \text{ (القيمة الدقيقة)}$$

وإذا ما أخذنا ليس نصف المحاور، بل الأقطار بكاملها، والتي هى على التوالي ٢ و ٣، فإن الصيغة التالية تعطينا:



$$S = (2 - \frac{2}{7}) \times (3 - \frac{2}{7}) = 4,65$$

ويكون خطأ المعماري المصري 6/471 أو 1/78، وهو خطأ لا يتعدى ١٪.



شكل ٧٣: قطع ناقص في زيمبابوى

مملكة موين موتابا Mwene Mutapa (مونوموتابا Monomotapa)،  
 فى إقليم زامبيزي: عاصمة زيمبابوى وبها شواهد معمارية هائلة من الحجارة  
 (القرن التاسع). وهذا السور الذى يتخذ شكل القطع الناقص يلفت النظر، فارتفاعه  
 ١٠ أمتار وسمكه ٧ أمتار. وقد أعادت جمهورية زيمبابوى إحياء اسم كبير للتاريخ  
 الأفريقى مثلما عملته لساحل الذهب وأصبح جمهورية غانا إحياء لذكرى غانا  
 القديمة بين نهري السنغال والنيجر.

لقد كان القطع الناقص معروفا فى أفريقيا السوداء القديمة: فى وادى النيل،  
 وفى وادى زيمبابوى... إلخ.



## XXIII

### الحجم

### Volume

١ - الحجم: الحجم (في اللاتينية volumen بمعنى لفيفة rouleau) لما يسمى بالصفاح polyèdre هو ذلك الجزء من الفراغ الذي يحتويه سطح ذلك الصفاح من الداخل.

والصفاح هو جرم صلب متعدد السطوح ومحدد بأجزاء من مستوى. ويسمى العدد المنتسب إلى مثل ذلك الجزء من الفراغ كى يشير إلى مقداره الحجم أيضا.

٢ - ومن هنا، فإن قياس حجم ما  $V$ ، أى الجزء من الفراغ الذى يحتله جسم ما، هو حساب عدد الوحدات، أو الأجزاء المساوية للوحدات، والتي يحتويها ذلك الجرم الصلب، أو الجسم.

والعدد الذى يتم الحصول عليه يسمى مقياس الحجم  $V$ .

٣ - وحدة الحجم هى حجم مكعب يكون ضلعه هو وحدة الطول.

وفى النظام المترى، تكون وحدة الطول هى المتر. وبذا تكون وحدة الحجم هى حجم مكعب طول ضلعه ١ متر: أى متر مكعب (م<sup>٣</sup>).

ومضاعفات المتر المكعب لا تستخدم إلا قليلا. أما محتويات (أجزاء) sous multiples المتر فهى:


الديسيمتر المكعب (د<sup>٣</sup>): وهو حجم مكعب طول ضلعه ١ ديسيمتر.


السنتيمتر المكعب (سم<sup>٣</sup>): وهو حجم مكعب طول ضلعه ١ سنتيمتر؛.


الملييمتر المكعب (مم<sup>٣</sup>): وهو حجم مكعب طول ضلعه ١ ملم.


ولقياسات السعات، تكون الوحدات: اللتر (ل = د<sup>٣</sup>م)، الديكاليتر (دال = ١٠ ل)، والهيكتوليت (ه ل = ١٠٠ ل) .. إلخ.

٤ - كان لدى المصريين القدماء فهم رياضى شامل ودقيق لفكرة الحجم:

رخت، ريخيت  rht, rekhet (بردية راند ٤١ - ٤٦): "الحجم" بمعنى "قياس الحجم"، والعدد الناتج من قياس الحجم لجسم ما، يساوى الجزء من الفراغ الذى يحتله هذا الجسم.

ستوتى  stwty (بردية راند ٤٥، ٤٦): "الحجم" بمعنى كم المادة المسكوبة versée التى تشكل محتويات الجرم داخل وعاء حاو.

شا  sha^a (بردية راند ٤١-٤٦): "الحجم" بمعنى "حيز الفراغ" الذى يشير إلى المقدار أو الحجم.

حات إر إف  h3t r.f, haat er.ef (بردية راند ٤٣ - ٤٤): "الحجم" بمعنى "محتوياته" (محتويات صومعة غلال على سبيل المثال)، بمعنى حجم كمية الغلال الموجودة فى الصومعة.

لقد استخرج المصريون القدماء كل المعانى الرياضية لكلمة حجم تقريبا: حيز من الفراغ يحتله جرم أينكان، عدد ينتسب لذلك الحيز كى يشير لمقداره، كمية الغلال التى تشكل المحتوى، أو حجم الوعاء، الأبعاد أو كتلة الفراغ التى يشغلها جرم ما (امتداده فى الفراغ)،... إلخ.

وتتوافق المعانى على نحو ممتاز، والمفهوم الرياضى السائد للحجم هو:  
 "حيز من الفراغ يشغله جرم ما أينكان". إن الحجم ليس هو "ضخامة شئ ما"، بل  
 "ذلك الحيز من الفراغ الذى يشغله ذلك الشئ".

٥ - والقياسات المصرية الرئيسية المتداولة للسعة أو الحجم هى كالتالى:

حكت، حيكات hkt,hekat، الصاع الفرنسى boisseau، وهو  
 حوالى ٤,٥٤ لتر.

إيت، إبيت، قبطى ipt,ipet, copte oipé، ويساوى أربعة  
 أضعاف الحيكات، أى حوالى ١٦ : ١٨ لترا. وقد استعار اليونانيون كلمة: وافى  
 oiphi.

حزر، خار h3r,khar "كيس"، وتساوى المضاعف ٤ لأربعة أضعاف  
 الحيكات، أى حوالى ٦٤ : ٧٢ ليترا.

حنو، حينو، حين hnw, henou, hin، "جرة"، وتساوى ١٠/١  
 الحيكات، أى حوالى ٠,٥ لتر.

ووحدة الحجم حيكات لا ترتبط بوحدة الطول (الذراع) فى النظام المصرى  
 القديم، إلا أنها كانت هى نفسها فى النظام البابلى، والذى كان: كوم qÛ m وهو  
 حوالى ١ لتر؛ سوتوم sutum، حوالى ١٠ لترات؛ بانو panum أو بارسيكتوم  
 parsiktum، حوالى ٦٠ لترا؛ والكوروم kurum، حوالى ٣٠٠ لتر.

وفى النظام المترى، ترتبط وحدة الحجم مع وحدة الطول لأن المتر المكعب  
 هو حجم مكعب طول ضلعه متر.

وقد انتقل القياس المصرى هينو henou إلى اللغة القبطية "هين hin" عن  
 طريق اللغة الديموطيقية "هن hn". وقد استعارت العبرية الكلمة المصرية التى  
 يرجع تاريخها إلى الدولة القديمة: هين hin (شئ الخروح ٢٩، ٤٠، ٣٠. سفر



اللاويين ٢٣، ١٣... إلخ). وقد استعار الفينيقيون أيضا الكلمة المصرية. وقد أخذت يونان العهد القديم Le Grec de la Septante أيضا الكلمة المصرية: أين ein، إن in. واللاتينية التي تترجم إليها الكتاب المقدس Vulgate هين hin (ماكسميليان إلينبوجين Maximilian Ellenbogen، الكلمات الدخيلة في العهد القديم. أصلها واشتقاقها Foreign Words in Old Testament, Their Origin abnd Etymology، لندن، لوزاك، وشركاه Luzac & C°، ١٩٦٢، ص. ٦٨).



شكل ٧٤: أوعية تمت معايرتها

مقبرة ريخمير Rekhmire (طيبة، رقم ١٠٠).

كان ريخمير "ذلك الذى يعرف مثلما النور" شخصية ذات مستوى رفيع للغاية، فكان رئيسا للوزراء فى مصر العليا وحاكما لإقليم طيبة، تحت حكم أمنحتب الثالث (١٤٠٨ - ١٣٧٢ ق.م).

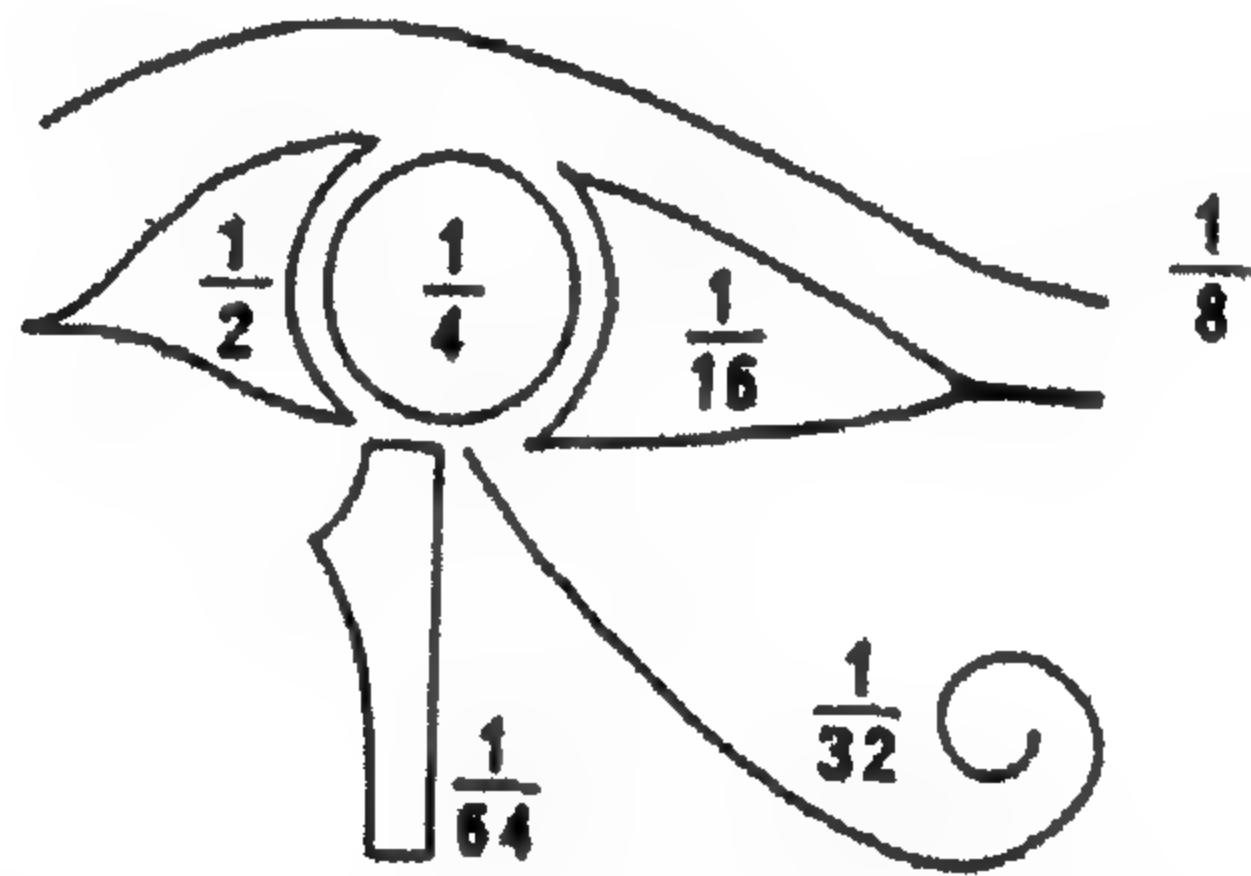
وفى مقبرته الواسعة نجد مناظر ذات جمال فائق، ملونة وبالرسومات التخطيطية. وتشمل المناظر أنشطة زراعية، وأنشطة صيد وقنص.

وهنا يتم نقل الغلال بعد حصادها بواسطة أوعية تمت معايرتها بينما الكاتب يسجل فى دفاتره.



شكل ٧٥: وعاء مدون عليه سعته بالأرقام

وعاء من المرمر، الدولة الحديثة، حوالي عام ١٣٠٠ ق.م. حالياً بالمتحف البريطاني، لندن وسعة ذلك الوعاء مبنية على الوثيقة نفسها  $\text{hnw } 8 \text{ r-6}$  \*  $\frac{1}{8}$  \*  $\frac{1}{16}$  \*  $\frac{1}{32}$  \*  $\frac{1}{64}$  بمعنى  $\frac{1}{6} \frac{1}{8}$  هينو henou، أى حوالي ٤ لترات.



الشكل ٧٦: عين الإله الصقر حورس، استخدمها الرياضيون بقدر

ما هو رمز تصويرى pictogramme وفي الواقع، لتعريف كسور الحيكات hekat (الصاع)، مقياس السعة، كان الكتاب يؤدونه بتناول كل جزء مفرد من تلك العين الإلهية.

وتذكر المسائل أرقام ٤١ - ٤٧ لبردية راند العلاقة بين قياسات الطول وقياسات السعة.

والمسألة رقم ٤١ على سبيل المثال، تتطلب حساب حجم إسطوانة قطرها ٩ وارتفاعها ١٠. ويتم تقدير الغلال بالخار khar، وقياس السعة (٢٠ أو ١٦ حيكات  $\text{hekat} = 1 \text{ خار khar}$  "كيس"، وليكن حوالي ٩٧,٨ أو ٧٨,٢ لتر). والإجابة الدقيقة هي ٩٦٠ خارًا khar، وحساب الكاتب أظهر أن قيمة النسبة التقريبية  $\pi$  هي  $3 \frac{13}{18}$ ، حوالي 3,1605. ويقوم الكاتب بحساب حجم الإسطوانة بالذراع المربع:  $640 = 3,1605 \times 4,5^2 \times 10 = V = \pi r^2 h$ . ويتم ضرب تلك النتيجة في  $1 \frac{1}{2}$  للحصول على الإجابة، ولتكن ٩٦٠ خارًا. وهكذا يكون الذراع المكعب مساويا لـ  $\frac{2}{3}$  خار ( $640 = \frac{2}{3} \times 960$  ذراعا مكعبا).

## XXIV

### الهرم

## Pyramide

١ - كلمة "هرم pyramide". فى اللغة اليونانية نجد أن الكلمة πυραμís, πυραμίδ تحمل معنيين دلاليين:

(أ) هرم pyramide شكل هندسى، إنشاء على هيئة هرم.


(ب) قرص حلوى من حبوب القمح المحمصة والمخلوطة بالعسل.

وفى عام ١٩١٩ افترض العالم الهلنى ديلز Diels أن اليونانيين هم الذين أطلقوا هذا الاسم على الأهرامات المصرية عن الكلمة اليونانية pyramis, pyramidis (بمعنى قرص حلوى، أو قرص من خلية النحل gâteau). إلا أن شكل قرص الحلوى نفسه لم يكن معروفا.

أما فرضية عالم المصريين بروجش Brugsch، فى عام ١٨٧٤، فقد دارت حول الكلمة اليونانية بيراميس، والتي ربما استعيرت من المصرية القديمة بر-م- أو س pr-m-us، والتي تشير لـ "ارتفاع" الهرم، إلا أن شانتريين chantraine قد أظهر لنا أن فرضية بروجش لا قيمة لها (ب. شانتريين قاموس اشتقاقى للغة اليونانية. تاريخ الكلمات، P. Chantraine, Dictionnaire étymologique de la langue grecque. Histoire des mots باريس، Klincksieck، ١٩٨٤، ص ٩٥٨).

وفي اللاتينية، تعنى كلمة بيراميس، بيراميدس pyramis, pyramidis بكل بساطة: "أثر مصرى monument égyptien".

لم تعرف حضارات ما بين النهرين (السومرية، البابلية، والكلدانية) الهرم، سواء فى مجال الرياضيات، أم العمارة، والمسألة الشهيرة للوح YBC 5037 (الأسرة الأولى البابلية) لا تتعلق بحجم الهرم الناقص tronc de pyramide (هل كان من الواجب أن يكون لدينا أيضا نفس الفكرة المسبقة عن "الهرم" كى نستطيع معرفة "الهرم الناقص")، بل بحجم اثنين من متوازيات المستطيلات القائمة الزوايا فوق بعضهما. وكلمة "هرم مقطوع" فى حد ذاتها لم يوجد لها أثر فى معطيات المسألة البابلية: "إن الأمر يتعلق فى الواقع بنوع من الأرض يستخدم لتجفيف الطوب" (مارجريت روتين Marguerite Rutten، العلم عند الكلدانيين La science de Chaldéens، باريس، P.U.F.، ١٩٦٠، ص. ١٨٨ مجموعة "Que Sais-Je?" رقم ٨٩٣).

هؤلاء هم المعلقون المحدثون، والذين تمثلوا معطيات المسألة للهرم المقطوع لإثبات وجود ذلك النوع من التمارين الرياضية فى العلوم البابلية. ونفس الشيء للوح BM 85194 (العصر الكاسيتى Kassite) لا تشمل على حساب حجم الهرم المربع المقطوع، ولا يوجد أى شرح تفسيري واضح أو مقنع. وقد توافقت المعطيات مع كوم من الطوب (نالبانو nalbanu)، إلا أنها لا تحتوى إطلاقا على "هرم مقطوع". وإذا ما تناولنا لموضوع من الناحية الرياضية، سنجد أن كوم الطوب أو الحصى ليس هرما مقطوعا. وفى اللغة المصرية القديمة نفسها، نجد أن الكلمة التى تشير للهرم هى:  مر، مير nr,mer. وهذه أحد المصطلحات المصرية التى تشير إلى المقبرة (الملكية)، وهكذا كما ذكر جاردينيه Gardiner، طبعة أو كسفورد ١٩٦٤، ص ٦٢٧).



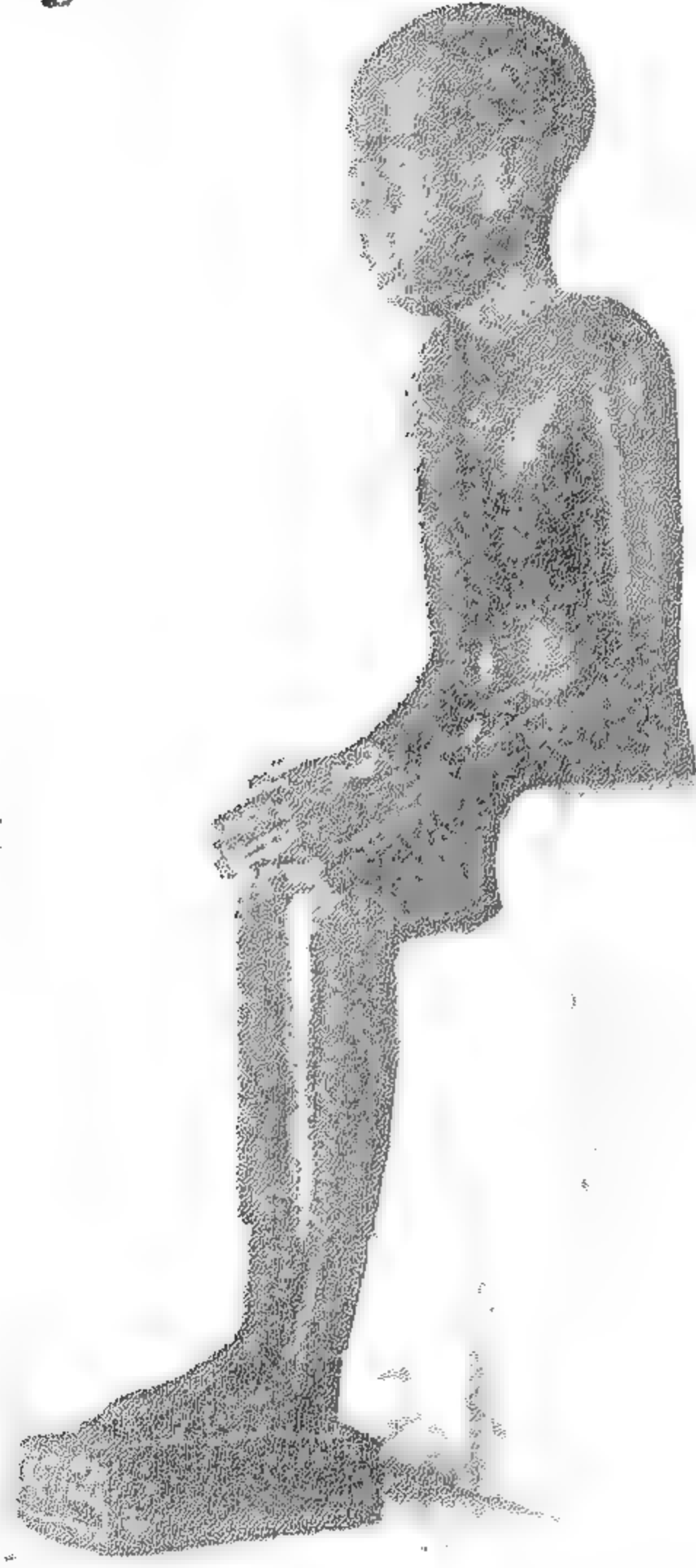


الشكل ٧٧: الهرم المدرج للملك زوسر من الأسرة الثالثة (١٨٠٠ - ٢٧٠٠ ق.م).

وقد كان عهده فاتحة استخدام الحجر المنحوت طبقا لمقاسات فى إقامة الشواهد المعمارية. وهذا الهرم، والذي بناه العبقري إمتب Imhotep، ارتفاعه ٦٠ مترا، وهو أول شاهد معمارى من الحجر المنحوت طبقا لمقاسات فى تاريخ البشرية.

إن الهرم كفكرة وكمفهوم (مير mer)، كان موجودا قبل أن يصبح واقعا ملموسا، ويتجسد على أرض الواقع كهذا الهرم أو ذاك. فالمخ البشرى يعمل على هذا النحو، إذا كان صحيحا أن الإنسان هو "الإنسان النيورونى (ذو الخلايا العصبية) L'homme neuronal" (جان بيير تشانجو JeanPierre Changeux، الإنسان العصبى L'homme neuronal، باريس، فايارد Fayard، ١٩٨٠).

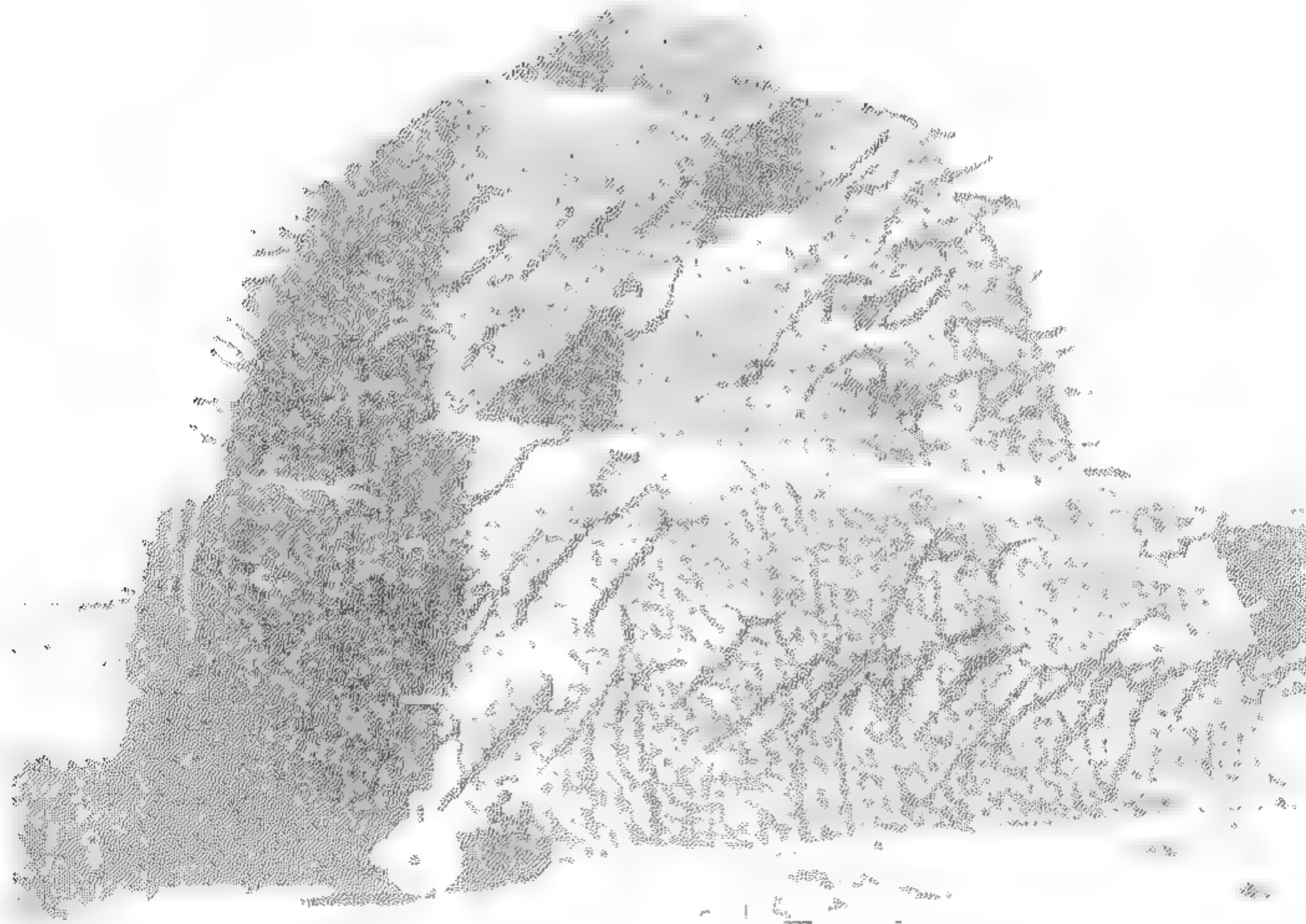
مجموعة: "عصر العلم Temps de Sciences": إن الهرم هو في البداية موضوع ذهني objet mental، بمعنى مفهوم يصاحبه تمثيل خطي مبسط schematisation، وتجريد. ثم يصبح ذلك المفهوم نموذجا أصليا prototype للموضوع الذي يستجمع السمات المميزة للهرم. وقد يتساءل المرء: لماذا لم تقم الشعوب القديمة الأخرى التي لم يكن لديها فكرة "الهرم" بإبداع، سواء عن طريق المصادفة، وباستخدام الأسلوب التجريبي، الشكل الهندسي الهرمي في العمارة؟



شكل ٧٨: إِمحتب: تمثال صغير من البرونز، العصر القديم، المتحف المصري بالقاهرة. كان إِمحتب مستشارا للملك زوسر (الأسرة الثالثة حوالي عام ٢٨٠٠ ق.م)، وكان أيضا معماريا، وطيبيا، والكاهن الأعظم لهليوبوليس (مدينة رع)، كما كان فيلسوفا أيضا، وكان اليونانيون يطلقون عليه اسم إيموتيس Imouthes.



شكل ٧٩: هرم (المقبرة الملكية) لسنفرى فى منطقة ميدوم، ١٩ كيلومتراً جنوب سقارة. كان سنفرى هو أول ملوك الأسرة الرابعة (حوالى عام ٢٦٧٠ ق. م). وكان خوفو خيوس (حوالى عام ٢٦٥٠ ق. م) ثانى ملوك تلك الأسرة، وبانى الهرم الأكبر، هو ابن سنفرى.



شكل ٧٩ (مكرر): مقبرة أسكيا Askia

مقبرة ملكية (هرم) أسكيا قرب جاو Gao، إمبراطورية سونجى Songhay، مالى.

Photo documentation française. لاسكيا محمد L'Askia Mohammed، خليفة سونى على Sonni Ali أدى فريضة الحج إلى مكة فيما بين الأعوام ١٤٩٥، ١٤٩٧. وقد تقلد الحكم لمدة ستة وعشرين عاما. وتوسعت الحدود فى عهده جنوبا حتى أبومى Abomy (بنين Benin)، وشرقا حتى أجاديس Agadès.

إن وشائج القربى الهندسية والمعمارية لهذين الهرمين (بينها وبين الأهرامات المصرية) واضحة تماما للعيان.

وتلك الكلمة المصرية القديمة (مير) هى كلمة زنجية - مصرية negro - égyptien، أو زنجية أفريقية على نحو نموذجي: فكلمة مر mr تعنى مقبرة ملكية على شكل هرم، هرم؛ نوير nuer (السودان): مون mun، "مقبرة" (م - ر/م - ن m-r/m-n)؛ بول peul (الغرب الأفريقى): مار mar "يحرص، يحفظ" الجثمان: نفس الحقل الدلالى (م - ر/م - ر).

ولوف wolof (الغرب الأفريقى): با - ميل ba - meel، "المقبرة"؛ وفى المصرية القديمة با مر pa mr، "المقبرة" (م - ر/م - ل m - r/m - l).

وتذكرنا مئذنة مسجد جاوو gao فى مالى بهرم زوسر المدرج.

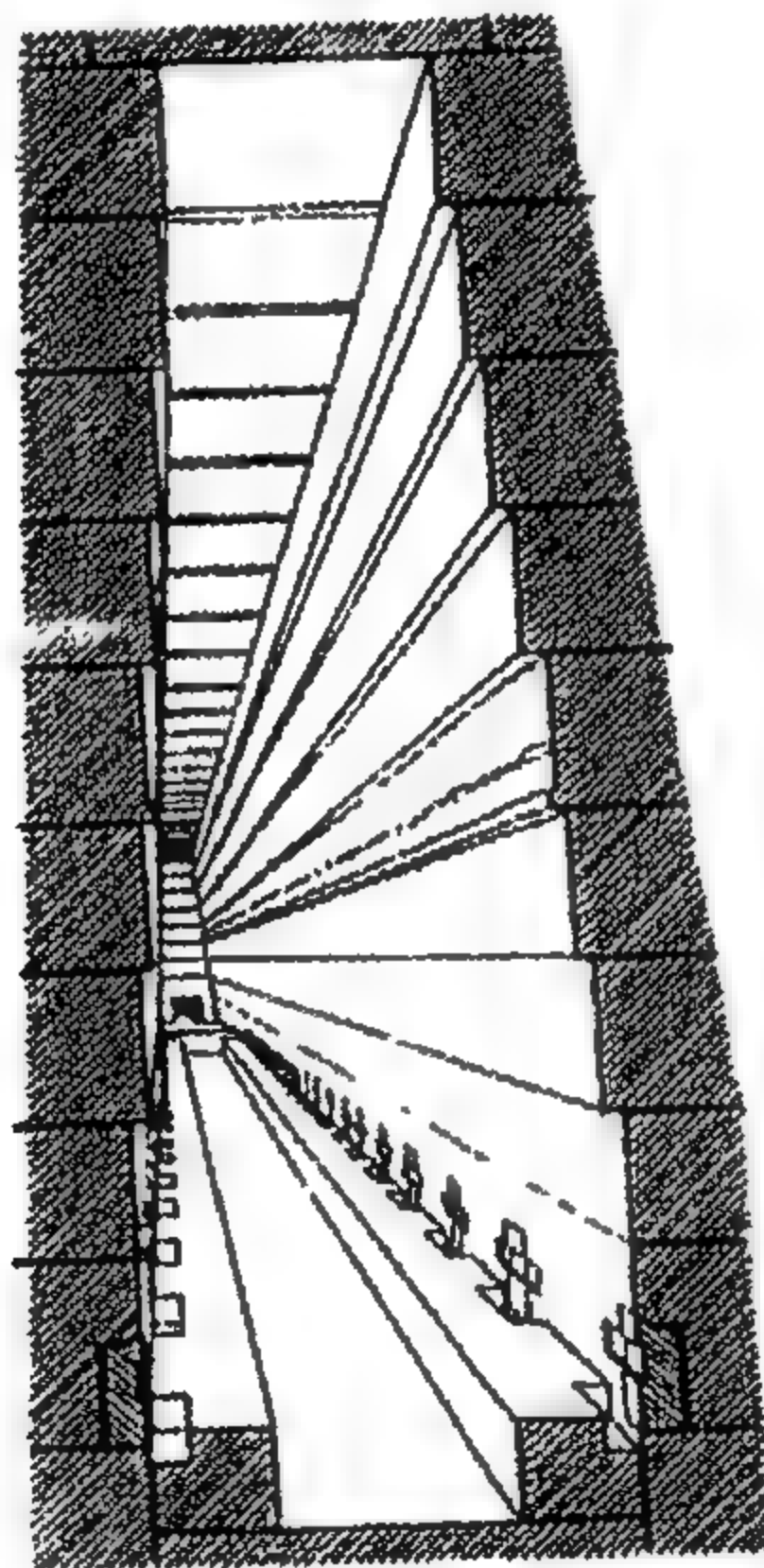


شكل ٨٠: الهرم الأكبر فى الجيزة بناء الملك خوفو (خوفو khufu، تشيوبس Chéops، خيوبس Kheops)، ثانى ملوك الأسرة الرابعة (حوالى عام ٢٦٥٠ ق.م). ويبلغ طول الهرم الأكبر 146,60 متر، وطول ضلعه 230,90



متر، وتغطي قاعدته مساحة قدرها أكثر من ٥ هكتارات. وهذا الهرم يعتمد الآن على ٢١٠ مدماك assise، الأول منها في القاعدة ارتفاعه ١,٥ متر، والثاني ١,٢٥ مترا، والثالث والرابع بين ١,٢٠ و ١,١٠ مترا. وكلما اقتربنا من القمة لا يزيد متوسط الطول عن ٠,٥٥ متر. ويبلغ سمك طبقة الفاصل joint بين كتل الأحجار المهولة والثقيلة، حوالي ١/٢ م (يبلغ طول كتل الأحجار الدائمة لمدماك القاعدة ١,٥٠ مترا في المتوسط، كما أن الكتل الأكثر طولاً المتعلقة بذلك المدماك تزن حوالي ١٥ طناً في المتوسط).

ونورد هنا انطباعات من يدعى فولنى Volney (١٧٥٧ - ١٨٢٠) أمام أهرامات مصر: "... كم من مشاعر جارفة تستولى على الروح والقلب معا، وفي آن... انبهار، ورعب، وإذلال، وإعجاب، وتوقير!!"



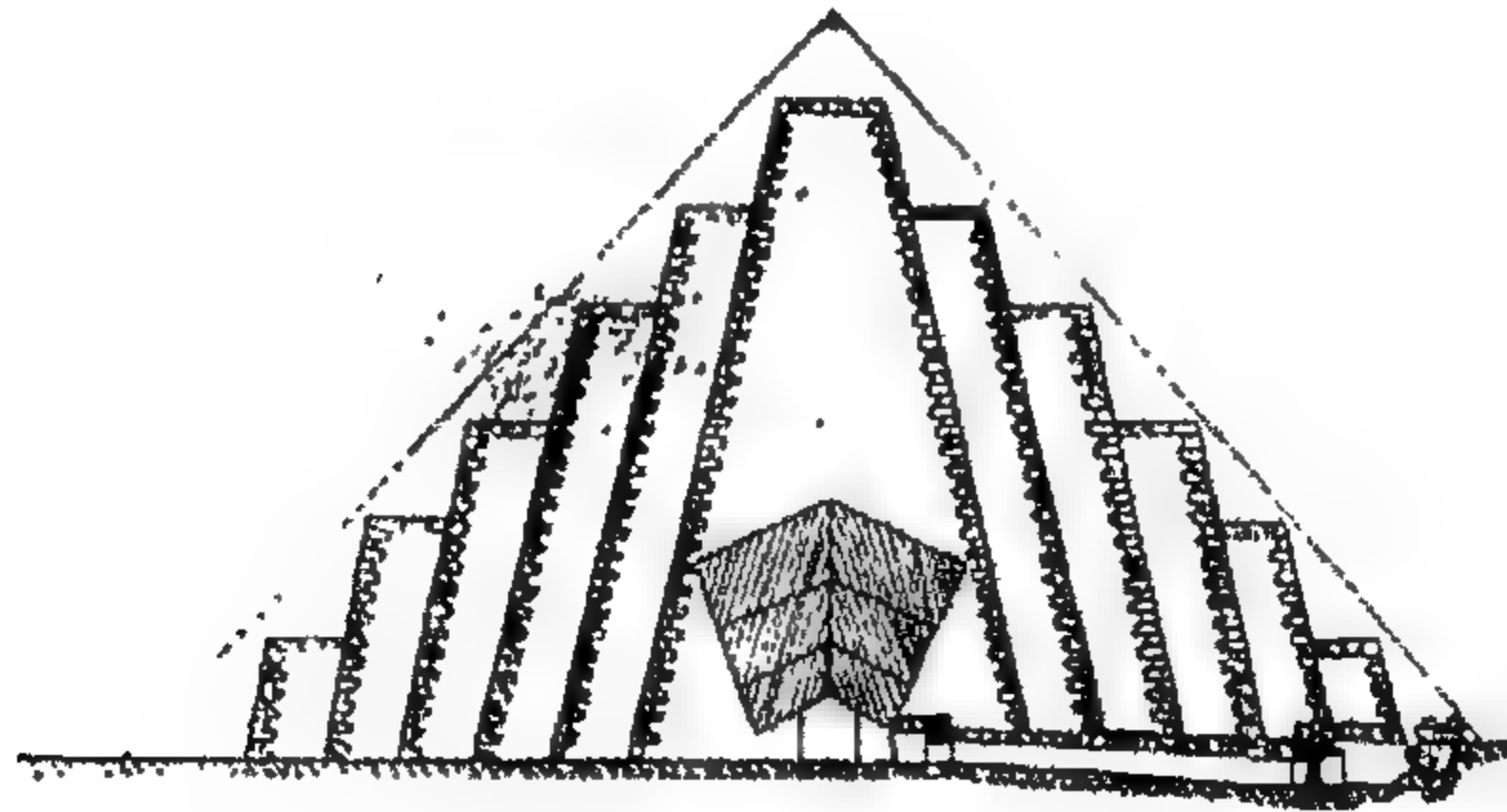
شكل ٨١: القاعة الكبرى في هرم خوفو الأكبر (تشويوبس chéops)، عن أ. إ. إدواردز H.E. Edwards، مؤلف عديداً من الكتب حول الأهرامات. وتعتبر تلك القاعة الكبرى مع غرفة الملك، من أكثر الإنشاءات المعمارية، التي تركتها الدولة القديمة، شهرة. وتحتوى على رواق couloir صاعد. بطول ٤٦ مترا، وعرض ٧,٤٠ متر، وجدرانه من الحجر الجيري المصقول بارتفاع ٢,٢٥ متر.



ولدى البروفيسور أبوبكرى موسى لام Aboubacry Moussa Lam  
هذا التعليق الموفق:

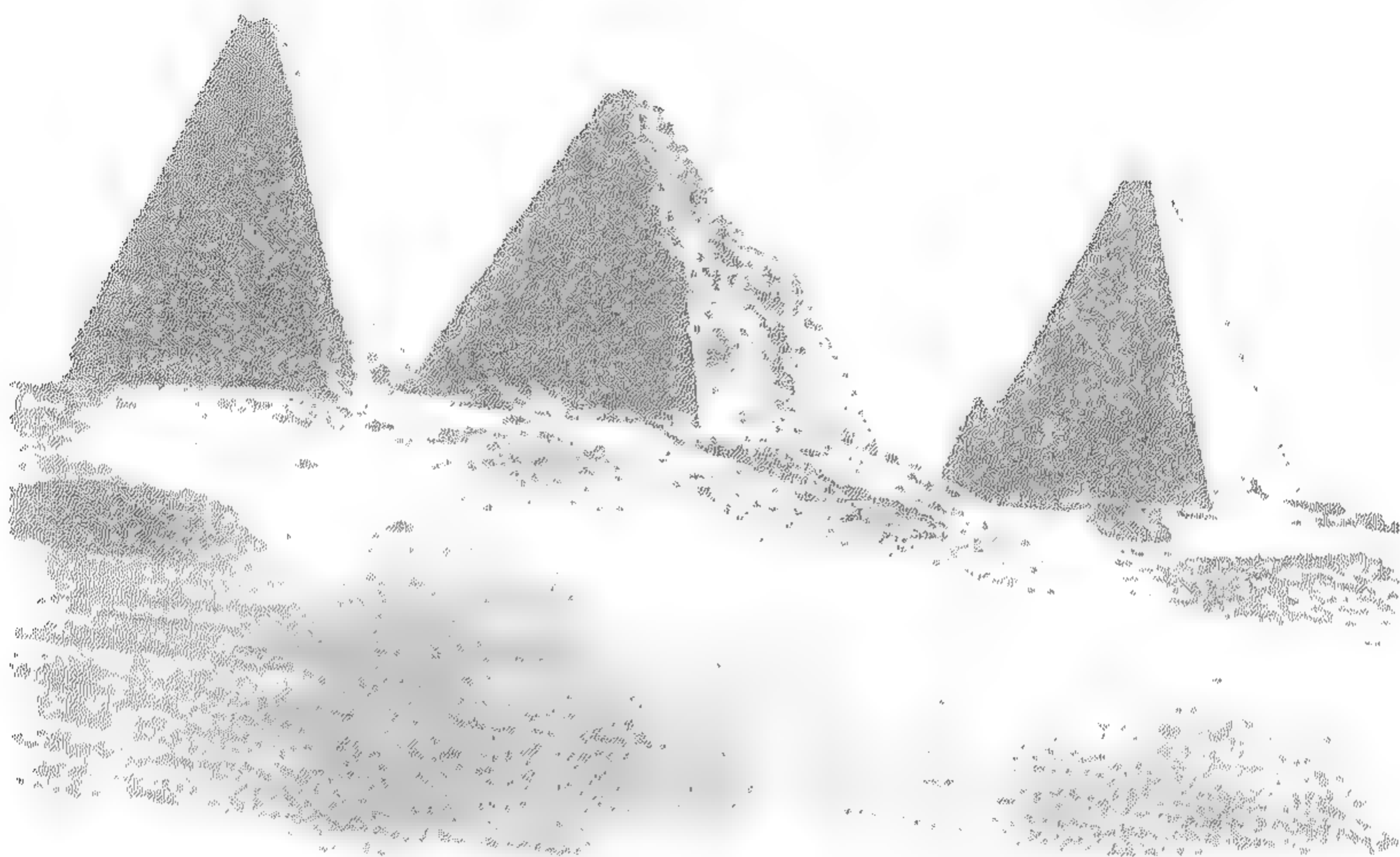
".. وإذا كان ذلك هو واقع الحال، فهناك الكثير من الأهرامات، صاحب تلك الديانة (الإسلام) إلا أن الاسم رغم ذلك، ظل داخل نطاق اللغة تحت كلمات: بامول baamuule، وبولار pulaar (لهجة شمال السينغال)، وباميل bammel، وولوف Wolof (..) (اللغة السائدة فى السنغال). ولم تكن أهرامات فوتا Fuuta (مناطق فى غينيا والكونغو ومالى.. إلخ بها لهجات تحمل نفس الاسم) من الحجارة كالأهرامات المصرية، ولكن من الطين مثل تلك الموجودة فى سيرير Sereer (مناطق فى جامبيا وموريتانيا والسنغال تتحدث لهجات بنفس الاسم). وتلك المناطق الأخيرة، والتي لم تعتق الإسلام، قد استمرت فى الواقع فى إنشاء الأهرامات: وكانت أسطح حفر الدفن تغطى بالطين وتتخذ شكل الهرم الناقص، وقد غدت مع الوقت "جثوة tumulus" (كومة من التراب أو مجموعة من الأحجار تتخذ شكلا مخروطيا فوق القبر). وفى فوتا، عثر على جثوات عديدة (أ.م. لام A. M. Lam، فى الأصل المصرى لبول De l'origine égyptienne des Peuls، باريس، الوجود الأفريقى، Khepera، ١٩٩٣، ص. ٢٧٩).

لقد كانت الأهرام فى العالم القديم، ابتكارا مصريا أفريقيا أصيلا بكل ما فى المعنى من دقة.

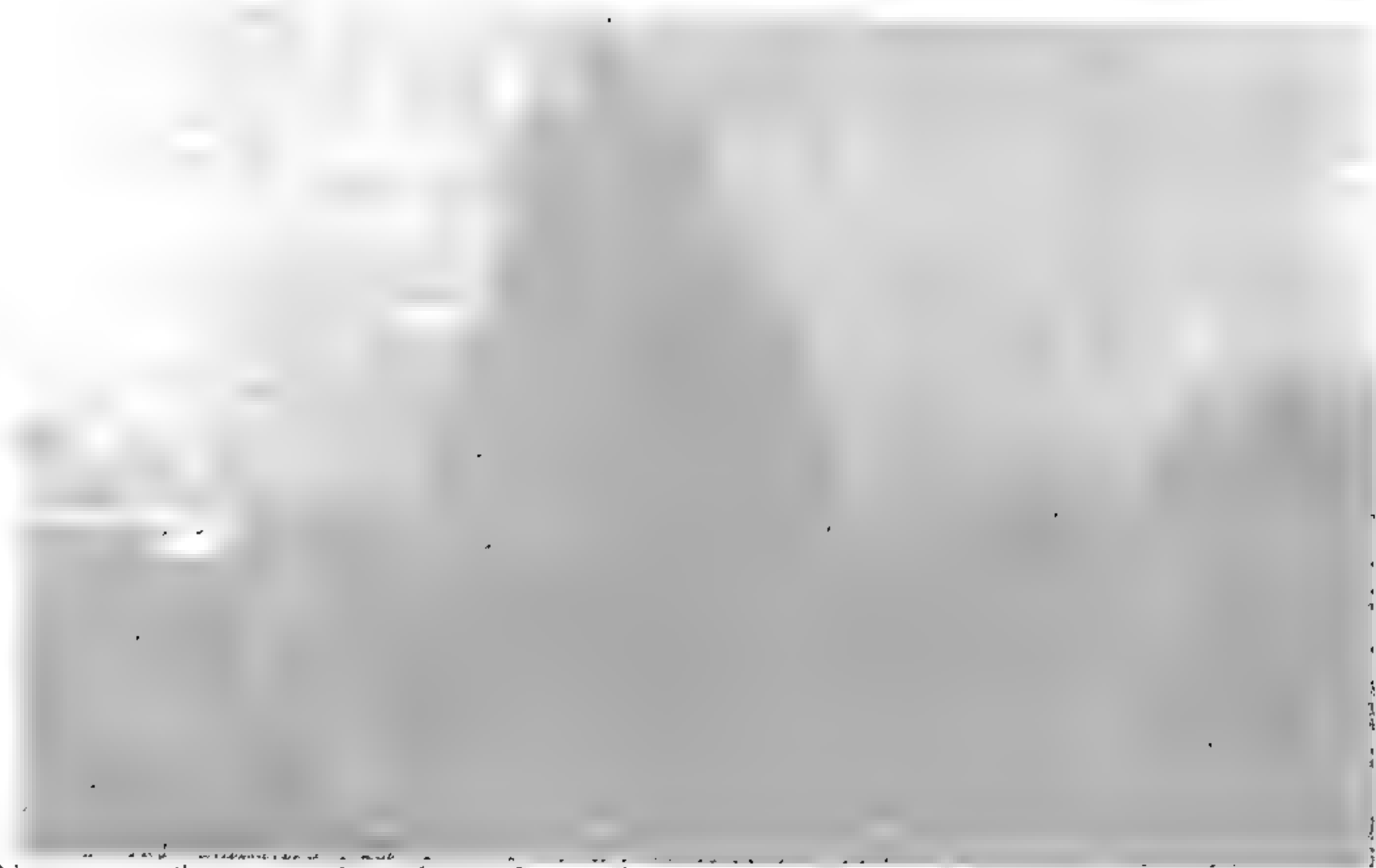


شكل ٨٢: مقطع فى هرم سحورا Sahoura (عن بوركهارت Bourchardt).

وهرم ساحورا، أحد ملوك الأسرة الخامسة (امتد حكمه فيما بين الأعوام ٢٤٤٢ - ٢٤٣٠ ق.م)، موجود في أبو صير، شمال سقارة، وكان طول ذلك الأثر ٤٨ مترا، وقاعدته بطول ٧٨ مترا، وزاوية الميل حوالي 36' 50°. والبناء الضخم من الداخل منفذ في مراق gradins، باستخدام كتل من الحجر الجيري الأصفر المحلي. إلا أنه قد تمت تكسيته في تلييسات سميكة مصقولة épais parement lisse من حجر طره الجيري الأبيض.



شكل ٨٣: أهرامات في منطقة جبل بركال Gebel Barkal (المجموعة الشمالية) الحقبة المريوتية القرن الأول ق.م، السودان، النوبة، مملكة كوش Kouch، الحقبة المريوتية (حوالي عام ٣٠٠-٣٥٠ ميلادية). وقد عثر على اسم الملكة ناويديماك Nawidemat داخل تلك الأهرامات. وكانت تلك الملكة قد دفنت في الهرم رقم ٦ في جبل بيركال، وكانت تحكم قبل منتصف القرن الأول ق.م، وتميزت فترة حكمها بنشاط فائق.



شكل ٨٤: مسجد - جامعة سانكوري Sankore على هيئة هرم (الساحل الجنوبي الشرقي). تم بناؤه في القرن الخامس عشر وأعيد بناؤه كلية في القرن السابع عشر. تمبوشتو Tombouctou - مالي. Cliché I.F.A.N. - C.52.937. إن الهرم هندسة وعمارة أفريقية أصيلة: الأهرامات المصرية، والأهرامات النوبية (السودان)، وأهرامات الساحل du sahel (كاسيس - أبوس Cases - obus في تشاد، والمساجد والجامعات في مالي في القرون الوسطى.. إلخ).



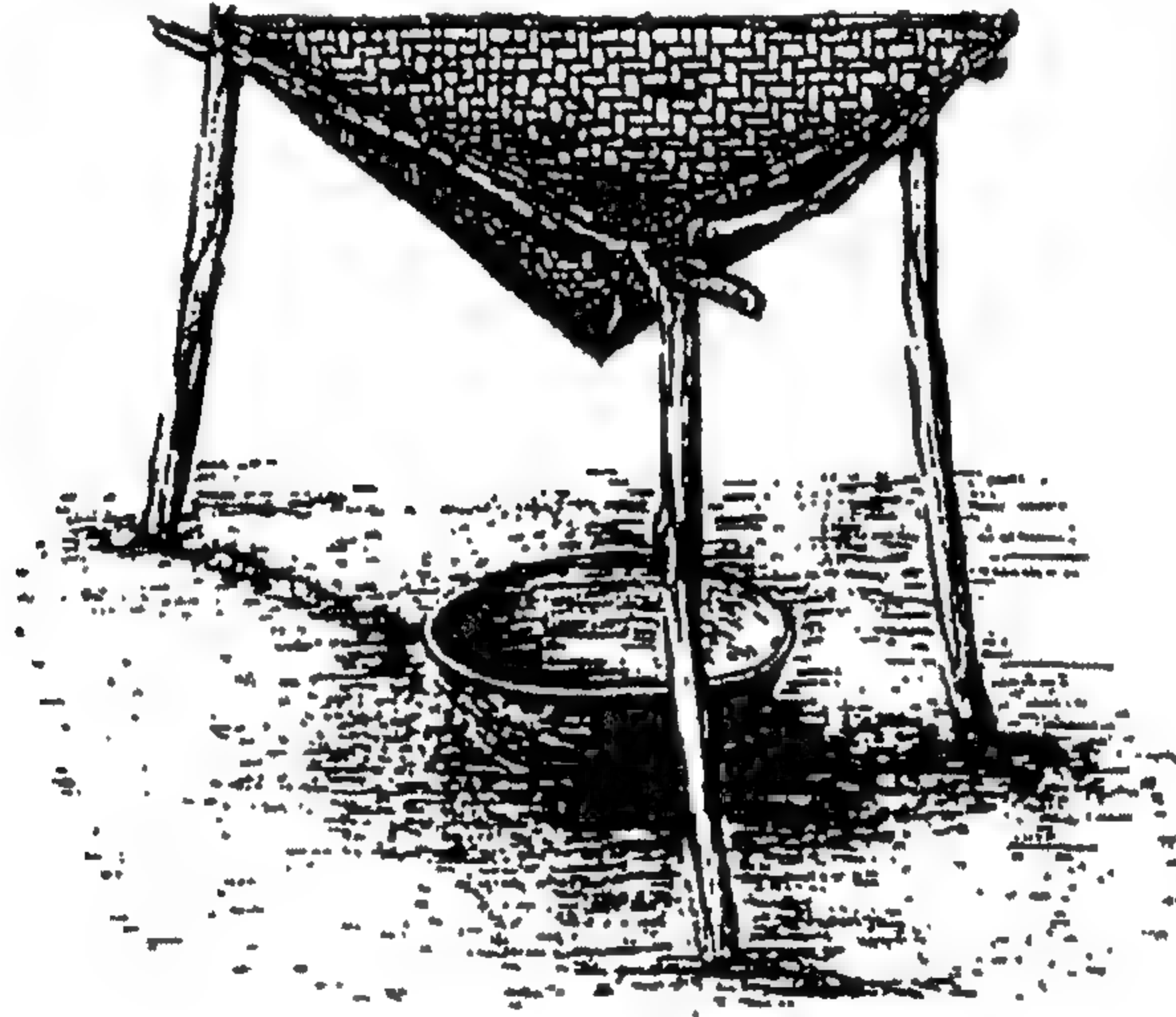
شكل ٨٥: قصر أبومي Abomy: مقبرة الملك جيوزو Guezo.

يظهر الشكل الهرمي لتلك المقبرة الملكية هنا بكل وضوح وجلاء، خاصة القمة الهرمية Pyramidion التي تهيمن على المقبرة كلها.

ولم تكن المقابر التي اكتشفت لحضارة ما بين النهرين والحضارة اليونانية هرمية الشكل، كما كان من النادر أن تكون قممها هرمية. وكان الملك جيوزو (١٨١٨-١٨٥٨) واحداً من أشهر حكام دانهومي (Danhomé) (Dahomy) في النصف الأول من القرن التاسع عشر.

!! Traditio traditionis

المصدر: ب. ميرسيه P.mercier، حضارة بينين - الجمعية الدولية للطبعات الحديثة المصورة Société Continentale d'editions Modernes Illustrées، باريس، ١٩٦٢، ص ٧.



شكل ٨٦: يتخذ ذلك المنشأ هيئة هرم ثلاثي.

والشكل المرسوم عبارة عن قمع صممه بعض الحرفيين في شمال موزمبيق،  
باتباع الخطوات التالية:

(أ) عمل حصيرة مربعة.

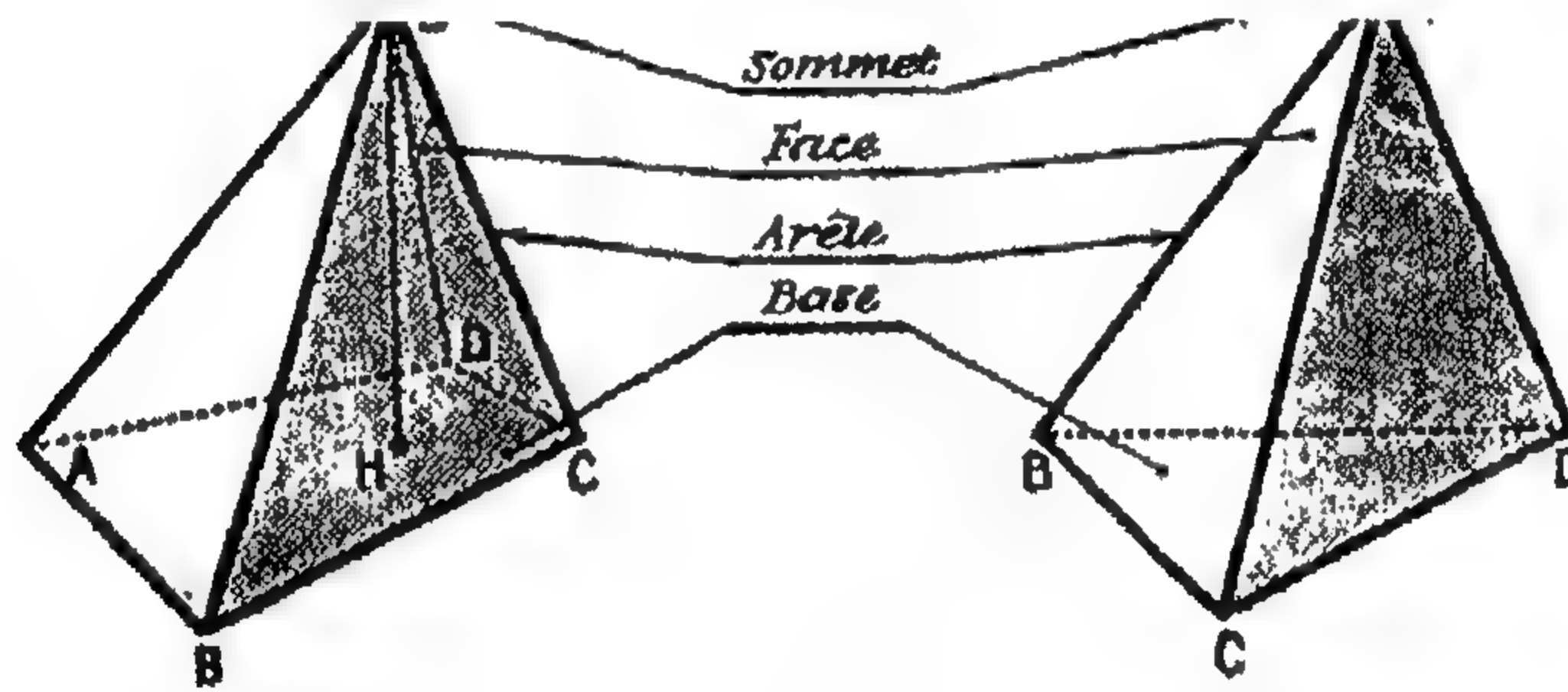
(ب) عمل حواف رأسية وأفقية حتى تتخذ الحصيرة هيئة السلة أو "القفة"،  
بحيث يتجه مركزها لاتجاه القاعدة ليصبح قمة "القفة".

(ج) تعديل ضلعين لضمان حافة ثابتة.

(د) وأخيرا تتخذ السلة هيئة الهرم المثلث.

وهذا البيان كامل قد تم بمعرفة باولوس جيرد Paulus Gerdes، في كتابه "الرياضيات الإثنية (العرقية) كمجال جديد للبحث في أفريقيا L'ethnomathématique comme nouveau domaine de recherche en Afrique، موباتو، موزمبيق، المعهد العالي للتربية Institut Supérieur de Pédagogie، ١٩٩٣، ص ٣٢-٣٣. انظر الشكل على صفحة ٣٢، حيث تم استنساخه هنا (شكل ٨٦).

٢ - تعريف رياضي. الهرم هو متعدد سطوح Polyèdre يحده مضلع مستو، ومثلثات لها قمة خارجية مشتركة على مستوى المضلع.




شكل ٨٧: الهرم.


المضلع ABCD هو قاعدة الهرم، والمثلثات SAB, SBC ... هي الأوجه الجانبية Faces Latérales. والنقطة S هي القمة Sommet. والقطاعات SA, Sb .. هي الأضلاع. والمسافة SH من القمة إلى القاعدة هي الارتفاع.


٣ - لم تتضمن الرياضيات البابلية أي وصف للهرم، وعلى العكس تماما، وصفت الرياضيات المصرية القديمة الهرم بكل تفصيل ودقة، وهكذا:



الملكفة.  مر، مير mr, mer ، هرم pyramide، شكل هندسى للمقبرة الملكية.

يس تبوت wh3 tbwt قاعدة الهرم: وهناك تجد (wh3) باطن القدم، النعل، وصندل (tbwt) الهرم، بمعنى قاعدته.

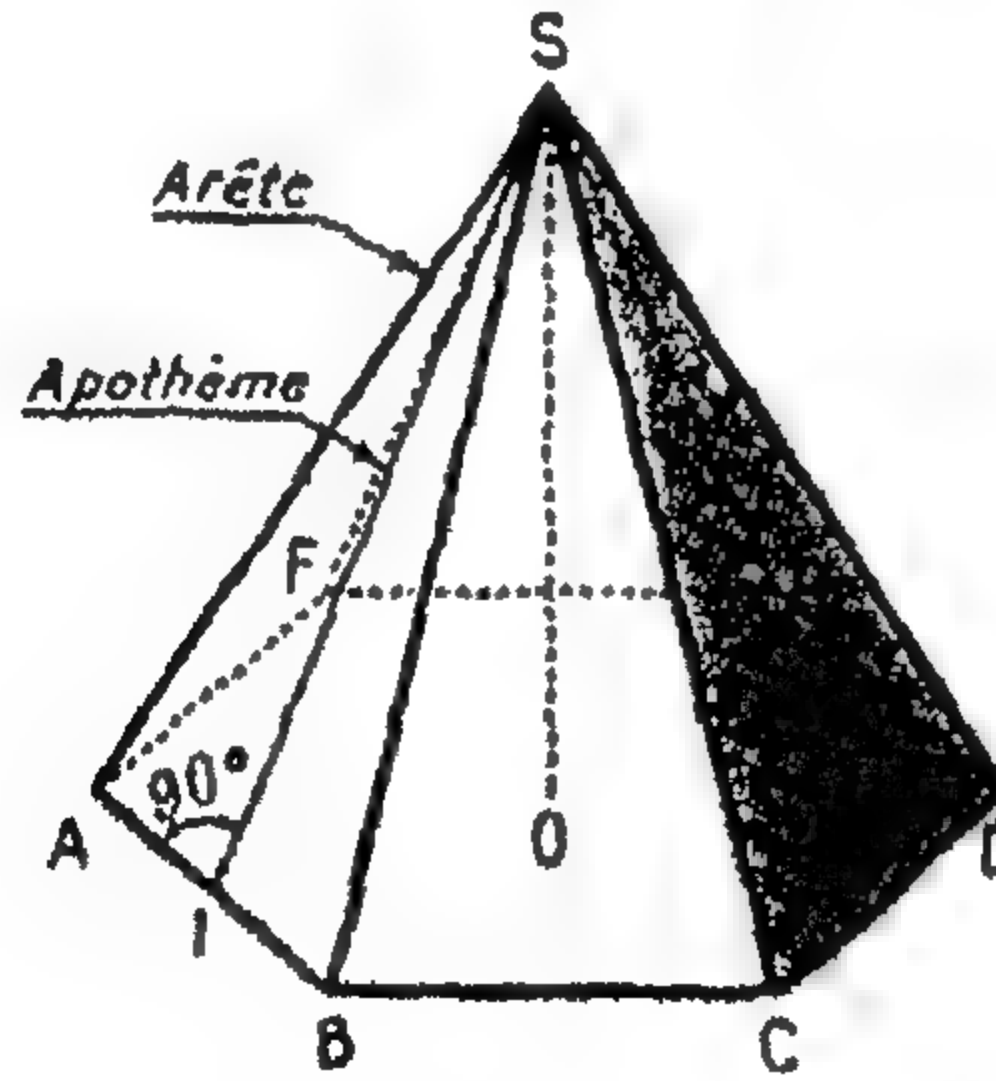
 برى م ويس، بىرى إم أو س pri m ws, peri ارتفاع الهرم: ذلك الذى يصعد (برى pri) بقدر (م m) الفتحة (وس ws) والمدى أو الاتساع من القاعدة حتى القمة.

 سكد، سكيد، skd, seked ميل الهرم، انحدار ضلع الهرم، جنب.

٤ - الهرم المنتظم. يقال للهرم إنه منتظم عندما:

أ - تكون قاعدته محدبة منتظمة régulière convexe.

ب - تنطبق قاعدة الارتفاع مع مركز القاعدة. وتكون الأضلاع الجانبية للهرم المنتظم متساوية. كما تكون الأوجه الجانبية SAB, SBC, ... مثلثات متساوية الساقين متساوية أيضا.



شكل ٨٨: هرم منتظم

وتبعد الخطوط المائلة SA,SB,SC... بمسافات متساوية عن الكعب O للعامود SO: وهى متساوية، من حيث تتساوى الأضلاع الجانبية.

ولما كانت الأوجه الجانبية SAB, SBC, SCD... مثلثات متساوية الساقين ومتساوية أيضا، فلذا تكون بنفس الارتفاع. ويكون الارتفاع SI لأحد المثلثات المتساوية الساقين يكون هو العامد Apothème (خط عمودى ينزل من رأس هرم منتظم إلى ضلع مضلع القاعدة) للهرم المنتظم.

٥ - هيرودوت وهرم خوفو الأكبر. كان هيرودوت Hérodote (حوالى ٤٨٤ - حوالى ٤٢٠ ق.م)، والمولود فى بلدة هاليكارناس Halicarnasse (آسيا الصغرى) مؤرخا يونانيا أطلق عليه لقب "أبو التاريخ"، وكان قد زار مصر، حيث روى أن بناء الهرم قد استغرق عشرين عاما. ونورد هنا وصف هيرودوت لذلك الهرم "... إنه مربع، وله من جميع الأجناب واجهة مساحتها ثمانية بليترات Pléthres (البليتر وحدة مساحة يونانية قديمة)، وارتفاع متساو، وأحجاره مصقولة، ووصلاتها دقيقة ومحكمة، ولا توجد هناك كتلة طولها أقل من ٣٠ قدما..". (هيرودوت، II، ١٢٤).

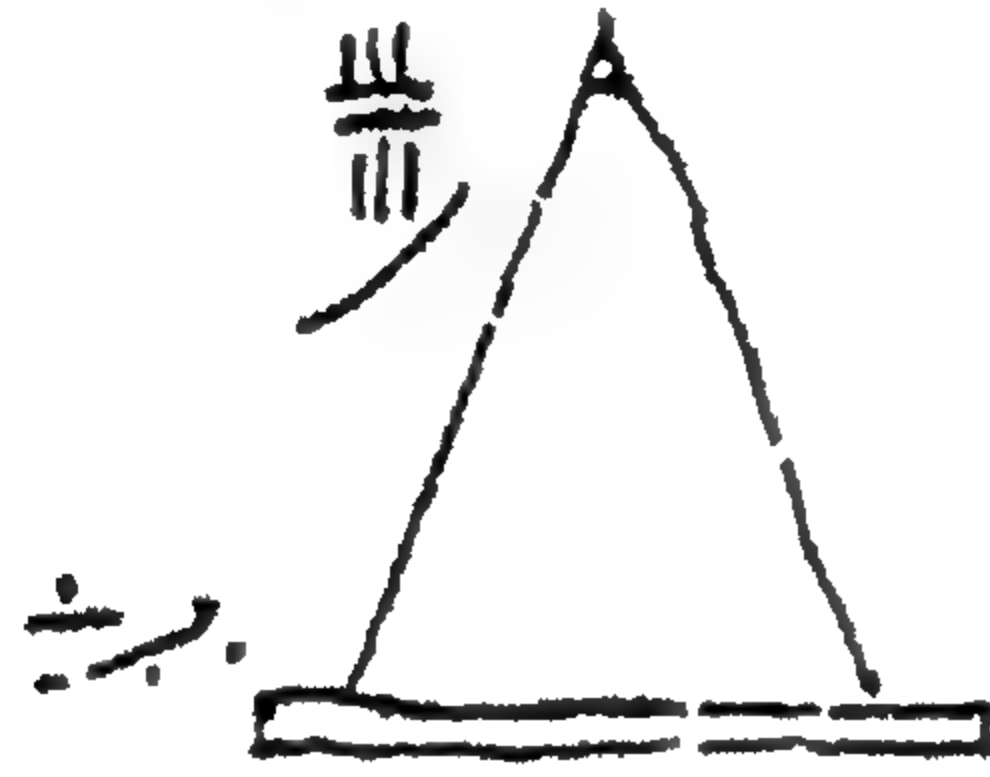
وهكذا كان هيرودوت يصف هرما منتظما له قاعدة مربعة (to tetragonon، "المربع"). ولكل الأجناب (Pantache)، واجهة (to metopon، "واجهة المبنى") مساحتها ثمانى بليترات plethra (okto plethra).

ولهرم خوفو الأكبر قاعدة مربعة طول ضلعها ٣٢٠,٣٥ مترا. والمقصود من كلمة "واجهة front" أنها مساحة surface. وكان البليترا plethre المربع يساوى تقريبا ٩٠٠ متر مربع. وبذا تكون مساحة كل واجهة جانبية، حسبما روى هيرودوت، ٧٢٠٠ متر مربع تقريبا (٨×٩٠٠). ونحن نعرف أن الحجم التقريبى للهرم الأكبر يبلغ 2 600 000 متر مكعب.

والقدم اليونانى، كمقياس للطول، يساوى تقريبا ٠,٣ متر. ومن ثم فإن ٣٠ قدما تساوى ٩ أمتار. وطبقا لكلام هيرودوت، فلم تكن هناك كتلة حجر فى الهرم الأكبر طولها أقل من ٩ أمتار. وربما يكون وزن الهرم الأكبر فى حدود 7 500 000 طن.

والأوجه الجانبية لها نفس الارتفاع (hypsos ison، "ارتفاع مساوى"). وبذا فهى مثلثات متساوية الساقين ومتساوية.

ولقد كان اليونانيون القدماء يعتبرون الهرم الأكبر واحدا من عجائب الدنيا السبع. وما يثير دهشة المعمارين والمهندسين المحدثين دائما هو التفكير فى الكيفية التى بنى بها عمال عاديون تحفة من الحجارة يبلغ وزنها حوالى 7 500 000 طن على هذا النحو، وكان ذلك عام ٢٦٥٠ ق. م، تقريبا!!..



شكل ٨٩: مخطط لهرم فى مسألة هندسة (بردية راند، المسألة رقم ٥٨) يرجع تاريخها لعام ١٦٥٠ ق.م وقاعدة وقمة الهرم عليهما علامتين. ويبلغ الطول 93 1/3 ذراعا، والقاعدة ١٤٠ ذراعا. ويبلغ الميل skd المطلوب ٥ أشبار و ١ إصبع.

وصف الشكل رقم ٩٠:

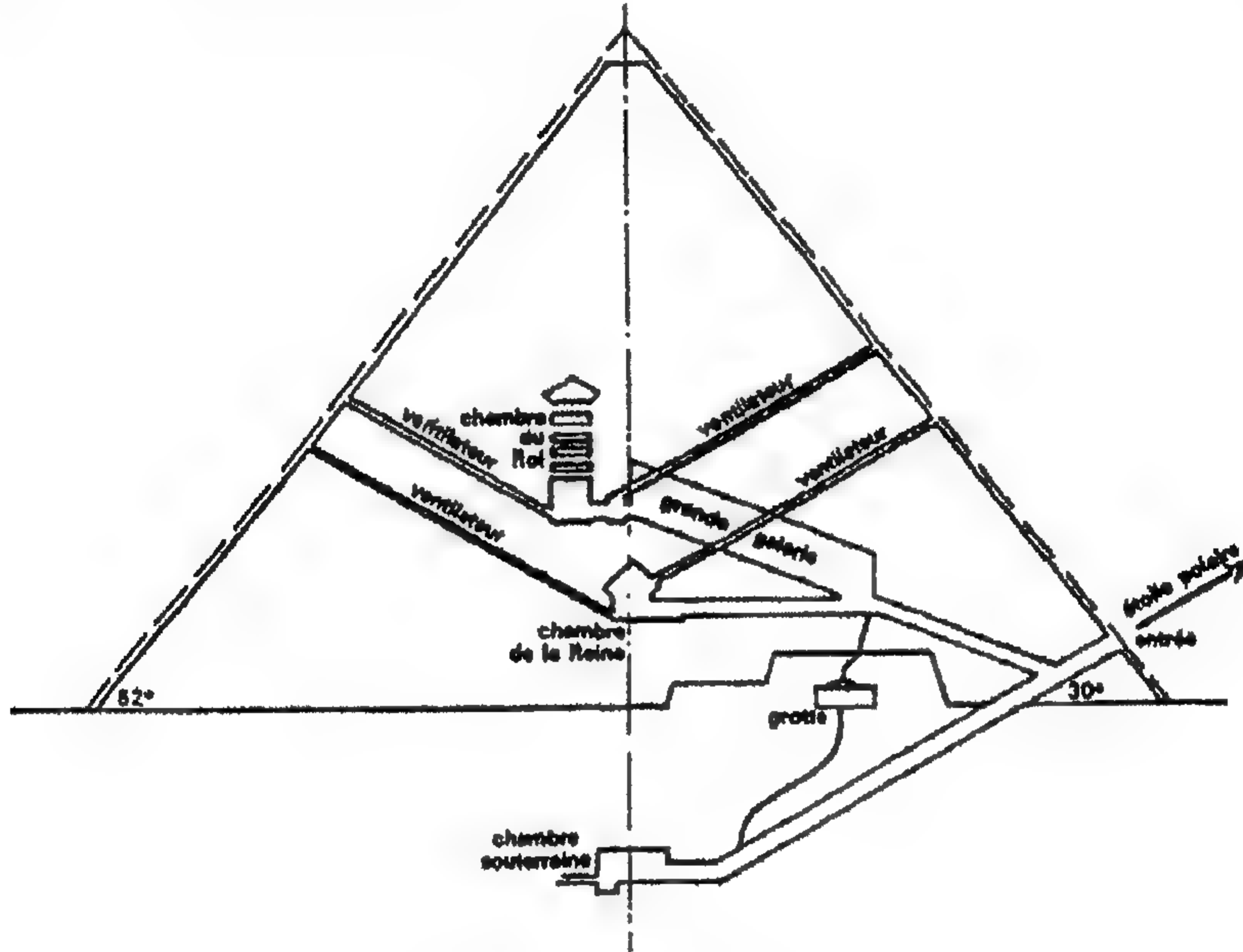
• الغرفة تحت الأرض (السرداب)، عبارة عن كهف بمستوى سطح الأرض، وعلى محور الهرم.

• مدخل الهرم على مسافة تساوى ١/١٢ من ارتفاع الهرم على الأرض.

● غرفة دفن الملكة (وهو ما يفكر فيه المرء عادة) على مسافة تبلغ ١/٦ الارتفاع صعوداً، وعلى محور الهرم.

● غرفة دفن الملك خوفو خارج محور الهرم وتقع عند ثلث الارتفاع.

● وقرب القمة، فوق غرفة الملك، هناك خمس غرف منخفضة ومتوازية، وظيفتهم الأساسية حماية غرفة الملك من الانهيار في حالة وقوع هزات أرضية.



شكل ٩٠: مقطع في الهرم الأكبر

- وتحتوى غرفة الملك على تابوت من الجرانيت الأحمر، بدون غطاء، أكبر من رواق المدخل، وطوله من الداخل ١,٩٧ متر.

- نظام تهوية (قنوات) يصل غرفة الملك بالهواء الطبيعي.

- "لقد امتلك المصريون القدماء مهارة عظيمة في ميكانيكية العمارة" (جان لوى برنار Jean – Louis Bernard – فى أصول مصر des Origines de l'Egypt، باريس، روبر لافون Robert Laffont، ١٩٧٦، ص. ٩٥، ٩٦).

٦ - الهرم الناقص Tronc de pyramide. الهرم الناقص هو ذلك الجزء من الهرم الواقع بين القاعدة وبين قطاع أنشأه مستوى مواز للقاعدة.

ويكون الهرم المقطوع منتظما، عندما يقطع مستوى مواز للقاعدة هرما منتظما.

وتكون قواعده مضلعات منتظمة. والواجهات الجانبية أشباه منحرف متساوية الساقين. كما يكون طول أحدهما هو عامد apothème الهرم المقطوع. وتتماثل قواعد الهرم المقطوع. وتكون المسافة بين القواعد هي ارتفاع الهرم المقطوع.

ولقد كان الرياضيون المصريون القدماء يحيطون إحاطة تامة بكل تلك الخصائص للهرم المقطوع، بحيث كانوا يجرون حسابات مسألة بقدر صعوبة حساب حجم الهرم المقطوع، بدقة ووعي وبراعة.

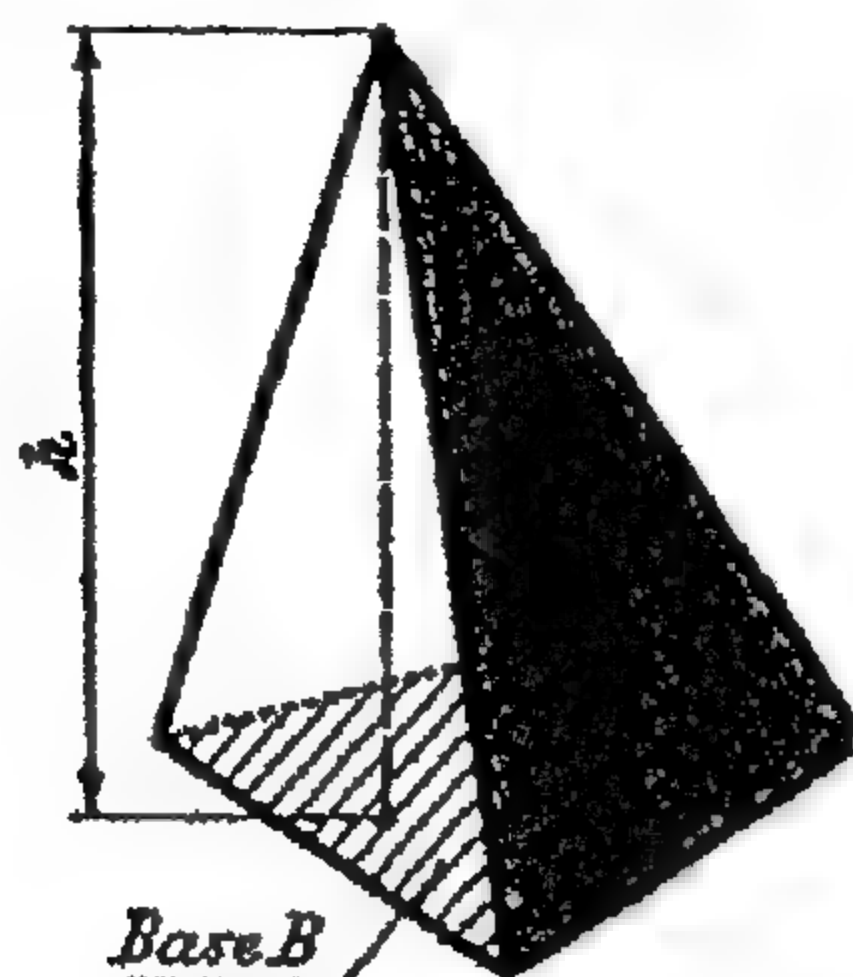
وقد يكون من غير اللائق القول بأن المصريين القدماء لم يكونوا يعرفون سوى حساب حجم الهرم الناقص، ولم يعرفوا كيفية حساب الهرم الكامل، إن ذلك كان سيعتبر كلاما لا معنى له، وخاليا تماما من أى منطق فى الرياضيات، ولنقولها مرة أخرى، فالذى يقدر على الأكثر يقدر على الأقل.

وبالإضافة للحقيقة المادية لأهرامات مصر، "... فقد أرادت المصادفة أن ينجو التعبير، الأكثر تشعبا وشمولا على المستوى التحليلي، والأشد منعة، من أن يلقى فى زوايا النسيان، وذلك بفضل البرديات النادرة، والتي صمدت فى وجه أعمال التخريب التى قام بها الغزاة...". (الشيخ أنتا ديوب Cheikh Anta Diop، الحضارة أو البربرية Civilisation ou Barbarie، باريس، Présence Africaine، ١٩٨١، ص.٣٠٠).

ومن الواضح أن حساب حجم الهرم الناقص يحمل معه ضمنا بطبيعة الحال ipso facto، معرفة بطريقة حساب حجم الهرم الكامل.



٧ - حجم الهرم: يساوى حجم الهرم ثلثى حجم القاعدة فى الارتفاع:



Pyramide.

شكل ٩١: حجم الهرم

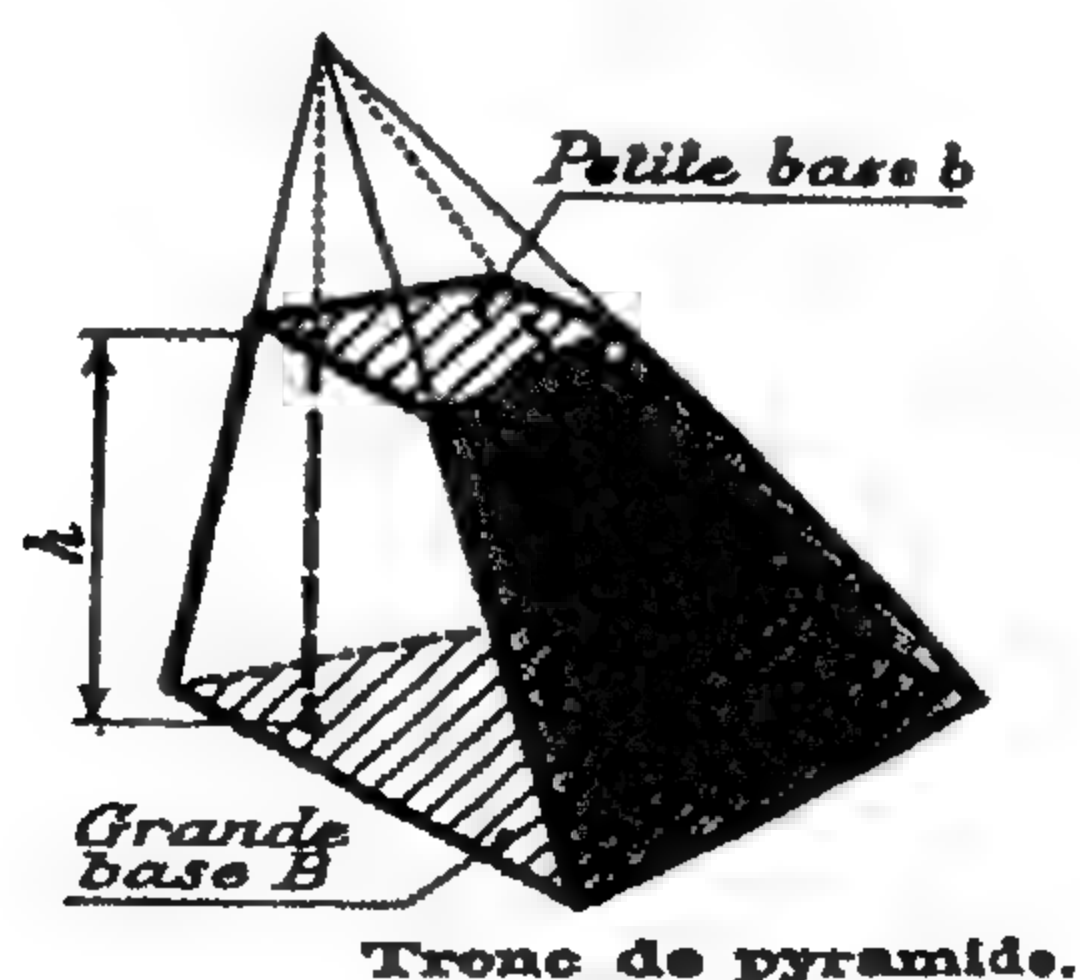
$$V = \frac{h}{3} a^2$$

وأیضا (وهذا نفس الشئ)

$$V = \frac{B \times h}{3}$$

ويساوى حجم الهرم الناقص مجموع أحجام ثلاثة أهرامات يكون ارتفاعها المشترك مساويا لارتفاع الهرم الناقص، وقواعدها بالتبادل، القاعدة الكبرى والصغيرة والمتوسطة، متناسبة بين القاعدتين (للهرم الناقص):

$$V = \frac{1}{3} Bh + \frac{1}{3} bh + \frac{1}{3} \sqrt{Bb} \times h$$



Tronc de pyramide.

شكل ٩٢: حجم الهرم الناقص

### حيث الصيغة كالتالى:

$$V = \frac{h}{3} (B + b + \sqrt{Bb}).$$

وأيضا (والأمر سيان)

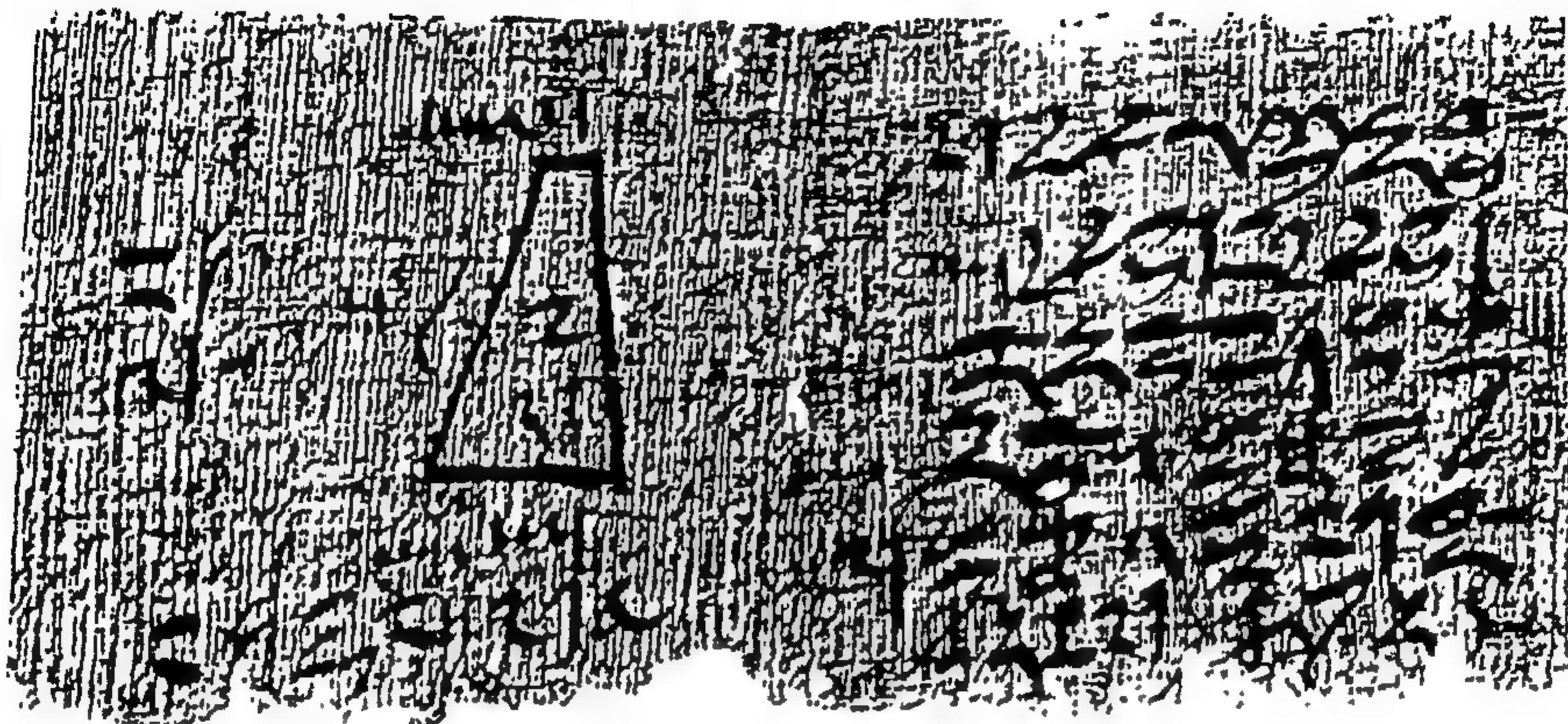
$$V = \frac{h}{3}(a^2 + ab + b^2).$$

٨- وتختص المسألة رقم ١٤ في بردية موسكو، بحساب حجم هرم ناقص:



وقد أوضح الكاتب بكل دقة معطيات المسألة عن طريق استخدام شكل الهرم

الناقص



شكل ٩٣: حساب حجم الهرم الناقص، وفي مصر القديمة حوالى عام ١٨٥٠ ق. م. كانت الحلول هناك. ومثل تلك المسألة، هل فى استطاعتها أن تكشف عن التجريبية.. وكيف؟

المصدر: ف.ف.شتروفيه W.W.Struve - بردية الرياضيات فى متحف الدولة بموسكو (mathematischer Papyrus des staatlichen Mueseums der Moskau) - ظهرت فى كتاب "دراسات فى تاريخ الرياضيات.. Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik"، برلين الجزء الأول، ١٩٣٠، وتلك المسألة رقم ١٤: السطور السبعة الأخيرة "يظهر الهرم فى الرياضيات اليونانية فى الكتاب رقم ١١ من مبادئ إقليدس، أى فى حوالى عام ٣٠٠ ق.م، أما فى مصر القديمة فقد ابتكر الهرم رياضيا، وتمت دراسته، وتم تحقيقه على أرض الواقع فى العمارة منذ الدولة القديمة (١٧٨٠ - ٢٢٨٠ ق.م).

الترجمة:

(١) مثال (تب tp) ل (ن n) حساب (إرت irt) لهرم ناقص.

(٢) إذا كان لديك (مى دد ن.ك mi dd n.k): هرم ناقص ارتفاعه ٦ أمتار  
(ن ٦ ن ستوتى n 6 n stwty).

(٣) من ٤ (ر ٤ r4) الموجودة أسفل (خرى rhy: القاعدة السفلى، وهى  
القاعدة الكبرى) ومن ٢ (ر ٢ r2) إلى (خر hr) الجزء الأعلى (خرى  
hrw: القاعدة العلوية، وهى القاعدة الصغرى).

(٤) ستقوم بالحل بحيث يمكنك أن تقوم بتربيع الرقم ٤ (إرى. خر.ك إر.ك  
٤ بن مى iri.hr.kir.k4 pn mi). والنتيجة ١٦ (حبر - خر ١٦ hpr  
hr 16 -: ليصبح ذلك ١٦).

(٥) ستقوم بالحل بحيث (إرى.خر.ك iri.hr.k) يمكنك تضعيف ٤  
(كاب.ك ٤ k3b.k4).

وتكون النتيجة ٨ (خبر - خر ٨ hpr-hr8).

(٦) ستقوم بالحل بحيث (إرى.خر.ك iri. hr.k) يمكنك تربيع الرقم ٢  
(إرى.ك ٢ بن مى iri.k 2 pn mi). وتكون النتيجة ٤ (حبر-حر ٤  
hpr-hr 4: وهو ما يصبح ٤).

(٧) ستقوم بالحل بحيث (إرى.خر.ك iri.hr.k) يمكنك أن تجمع (دمد.ك  
dmd.k) هذا الرقم ١٦ (با p16).

(٨) بهذا الرقم ٨ وبهذا الرقم ٤ (خن با ٨ خن با ٤ hn p3 8 hn p3 4).

(٩) النتيجة ٢٨ (حبر - خر ٢٨ hpr-hr 28: وهذا يصبح ٢٨)

(ثم) ستقوم بالحل بحيث:











(إرى.خر. iri.hr.k) يمكنك حساب (إرى ك iri.k).

(١٠) ١/٣ (ر-١-٣) ل (ن n) ٦. النتيجة ٢ (حبر- حر ٢ hpr-hr2:  
وهو ما يصبح ٢).

(ثم) ستقوم بالحل بحيث أن (إر.إ.خر.ك iri.hr.k).

(١١) قد يمكنك حساب ٢٨ (إر.إ.ك 28 iri.k) مرتين (سب ٢ sp2).  
النتيجة ٥٦ (خبر- خر ٥٦ hpr-hr56: هذا يصبح ٥٦).

(١٢) أرى ! (مك mk) هذا (حقا) ٥٦ (نى- سو ٥٦ ny - sw). لقد  
وجدت ذلك صحيحا (غم.ك نفر gm.k nfr: لقد وجدت تماما، أن  
إجابتك مذهلة).

- تدقيق بعض المبادئ الرياضية، كما تظهر فى النص المصرى نفسه.  
العلامة  ليست محددة. والعلامة الكاملة "للهرم" هى  ، م ر mr  
والعلامة  تشير إلى "الهرم الناقص". وطبقا لما يقتضيه توازى الأشكال، فإن  
التعبير "هرم مقطوع" يجب أن يكون: خكت نت مر. hkt nt mr، "جزءا من هرم"،  
"هرم ناقص" مثلما: خكت نت اخت. hkt nt 3.ht، "جزء من مستو". والمقصود  
تماما المقطع الذى يحدثه مستوى مواز للقاعدة. والكلمة  ستوتى stwty،  
سيتوتى setouty، تعنى "ارتفاع" الهرم الناقص، بمعنى المسافة من قاعدة الجذع.  
وهو عامد apothème الجذع. وتتماثل قاعدتا الجذع. وتسمى القاعدة  
الكبرى  خرى hry، أى القاعدة السفلية، القاعدة الموجودة أسفل الهرم  
الناقص. والقاعدة الصغرى تسمى  ، وهى القاعدة الموجودة أعلى الهرم.  
ويترجمهما جيللينج Gellings على نحو جيد ب "القاعدة" و "القمة". ويعنى  
التعبير  X  إرى. خر × بن مى iri.hr × pn mi: "تربيع ×"،  
والمجموعة  هى تنقحر translitérer (نقل حروف لغة إلى حروف لغة  
أخرى) مى mi X  (إيرى × مى iri × mi، "قم بتربيع ×").  
والتعبير اللغوى الاصطلاحي معروف بما فيه الكفاية. كما يجب أيضا



تتقرر  $\overline{\text{h}} \text{ k3b}$  ؛ ويعنى هذا الفعل فى الواقع "تضعيف (الكمية)".  
وعند ترجمة  $\overline{\text{h}} \text{ hr} - \text{hpr}$  "نتيجة"، فإننا نتطابق مع القاعدة  
النحوية (جاردنر، قواعد النحو للغة المصرية القديمة Egyptian Grammer §  
٤٣١): خبر. خرم ٤  $\text{hpr.hr m 4}$ ، "ستصبح ٤"، بمعنى "٤ ستكون النتيجة".

التعبير  $\overline{\text{h}} \text{ iri sp, iri sep}$ ، يعنى "اضرب  
:"multiplier

إيرى ٢٨ سب ٢  $\text{iri28 sp 2}$  وهذا "اضرب ٢٨ فى ٢"، ٢٨ مرة  
(سب ٢).

١ – بعد تلك الملاحظات ذات النسق الفلسفى، دعنا نقدم الكيفية التى حل بها الكاتب  
المصرى القديم تلك المسألة، حوالى عام ١٨٥٠ قبل الميلاد.

كانت المعطيات كالتالى: هرم ناقص ذو قاعدة مربعة، وبارتفاع ٦ (ارتفاع  
الجزء الناقص)، وضلعى القاعدة الكبرى ٤، والقاعدة الصغرى ٢ على التوالى.  
ولتكن:  $a = 4, b = 2 \text{ et } h = 6$

ويبدأ الكاتب المصرى بحساب  $a^2$ ، وليكن ١٦، ثم  $ab$ ، وليكن  $4 \times 2 = 8$ .  
ثم يقوم بتربيع  $b$ ، ولتكن ٤. ويجمع  $a^2 + ab + b^2$ ، وليكن حاصل الجمع  
٢٨.

ويحصل على ثلث  $h$ :

$$2 = \frac{6 \times 1}{3}$$



ويضرب ثلث  $h$  ( $h/3$ ) فى  $a^2 + ab + b^2$ ، لتكون النتيجة ٥٦ وهى حجم  
الهرم الناقص.

ويستخدم الكاتب طريقة تعتمد على تطبيق صارم ودقيق لصيغة رياضية لحساب حجم الهرم الناقص ذي القاعدة المربعة:

$V = h/3(a^2 + ab + b^2)$  حيث  $h$  هي ارتفاع الهرم الناقص (٦)،  $a$ ،  $b$ ، هما ضلعا القاعدتين السفلى والعليا (٤ و ٢).

والحسابات معقدة. فعندما اكتشف طاليس الميلاوى Thalès de Milet (حوالي عام ٦٤٠ - حوالي عام ٥٤٦ ق.م) أن: "كل قطر يقسم الدائرة إلى نصفين.." (وهو افتراض كان قد تعلمه بدوره في مصر من قبل، حيث كان يجري تقسيم الدوائر إلى قطاعات متساوية على جدران الآثار)، جرى العرف على اعتباره الممثل الأوحد، لصيغة عقلية جديدة في الرياضيات، وذلك على مدار تاريخ التفكير العلمي للبشرية!! إنها لعبقرية خالصة، أن يكتشف الرياضى المصرى، وحده تماما، ولأول مرة في تاريخ البشرية، حوالي عام ١٨٥٠ ق.م، الصيغة الدقيقة لحجم الهرم الناقص مربع القاعدة، ولا يعنى ذلك مجرد المصادفة العمياء، أو بمحاولات تجريبية، أو تصرفات صبيانية، أو من خلال روح عملية مضادة للعلم، أو باتباع وسائل ما قبل الرياضيات Prémathématiques، ولا حتى من خلال ترهات فكرية niaiserie intellectuelles. وإذن فالمرء يدرك ذلك القدر الهائل من الانحياز والتحامل، والغياب الكامل للموضوعية عند بعض مؤرخى الرياضيات. ورغم ذلك، فهذا هو عالم مقتدر من مفكرى الحضارة الإغريقية القديمة مثل أرسطو Aristote، يظل مصرا دون هوادة على القول بأن "مصر وحدها هي مهد العلوم الرياضية، أى هو البلد الذى نشأت به، وتوطدت فيه دعائم تلك العلوم لأول مرة، وعلى نحو رفيع الشأن..".

والملاحظ أن المجتمع العلمى العالمى يقول نفس الشئ، إلا أن متصلبى الرأى من المتحاملين، والأحكام الثقافية المسبقة a- priori culturels، وتحريفات الحقيقة التاريخية، فى أساليب غريبة على مناهج التربية والتعليم، يقودون المدارس غالبا إلى قراءة مزيفة لماضى البشرية.

١٠ - تحديد وحساب زاوية ميل الهرم. كان الرياضيون والمعماريون المصريون القدماء يطلقون كلمة  |  سيكيد seked, seqed على الزاوية التي تتكون من ميل Pente (الضلع l'arête) وقاعدة الهرم. وتتحدد قيمة تلك الزاوية بالعلاقة بين القاعدة الأفقية للهرم وارتفاعه. وهي زاوية حادة. ولقد كان المصريون القدماء يعرفون كيفية تحديد وحساب قيمة تلك الزاوية. وكان يتم تحديد تلك الزاوية بالأشبار. وفي اللغة الحديثة كان حساب المصريين القدماء يؤكد على قياس "ظل تمام الزاوية cotangente" التي تتكون من ميل الضلع على قاعدة الهرم.

وتحتوى بردية راند Rhind على خمسة مسائل تتعلق بحساب زاوية الميل "سيكيد". وكل تلك المسائل (من رقم ٥٦ إلى ٦٠). يصاحبها رسم لهرم بمعرفة الكاتب. والعرض الرئيسي لتلك المسائل غالبا ما يكون كالتالى، مثل بداية المسألة رقم ٥٦:

- (١)           
- (٢)          
- (٣)          
- (٤)          

الترجمة:

- (١) مثال لحساب (تب ن نيس tp n nis). هرم (مر mr).
- (٢) (الذى فيه) القاعدة (وخا تبوت wh3 tbwt) لها (ضلع) ٣٦٠, ٠٠.
- (٣) ٢٥٠ فيما يخص (م m) ارتفاعه (برى م وس ن.ف pri m ws n.f: الارتفاع له).
- (٤) ستعمل بحيث إن (ردا.ك rdi.k) أعرف أنا (رخ.إ rh.i) ميله (سكد.ف skd.f).

ويطلب الكاتب من التلميذ، فى تلك المسألة، أن يجيبه عما سيكونه ميل الهرم الذى تكون قاعدته بضلع ٣٦٠، وارتفاع ٢٥٠:

نيس nis، "حساب، مسألة".

مر mr، "هرم".

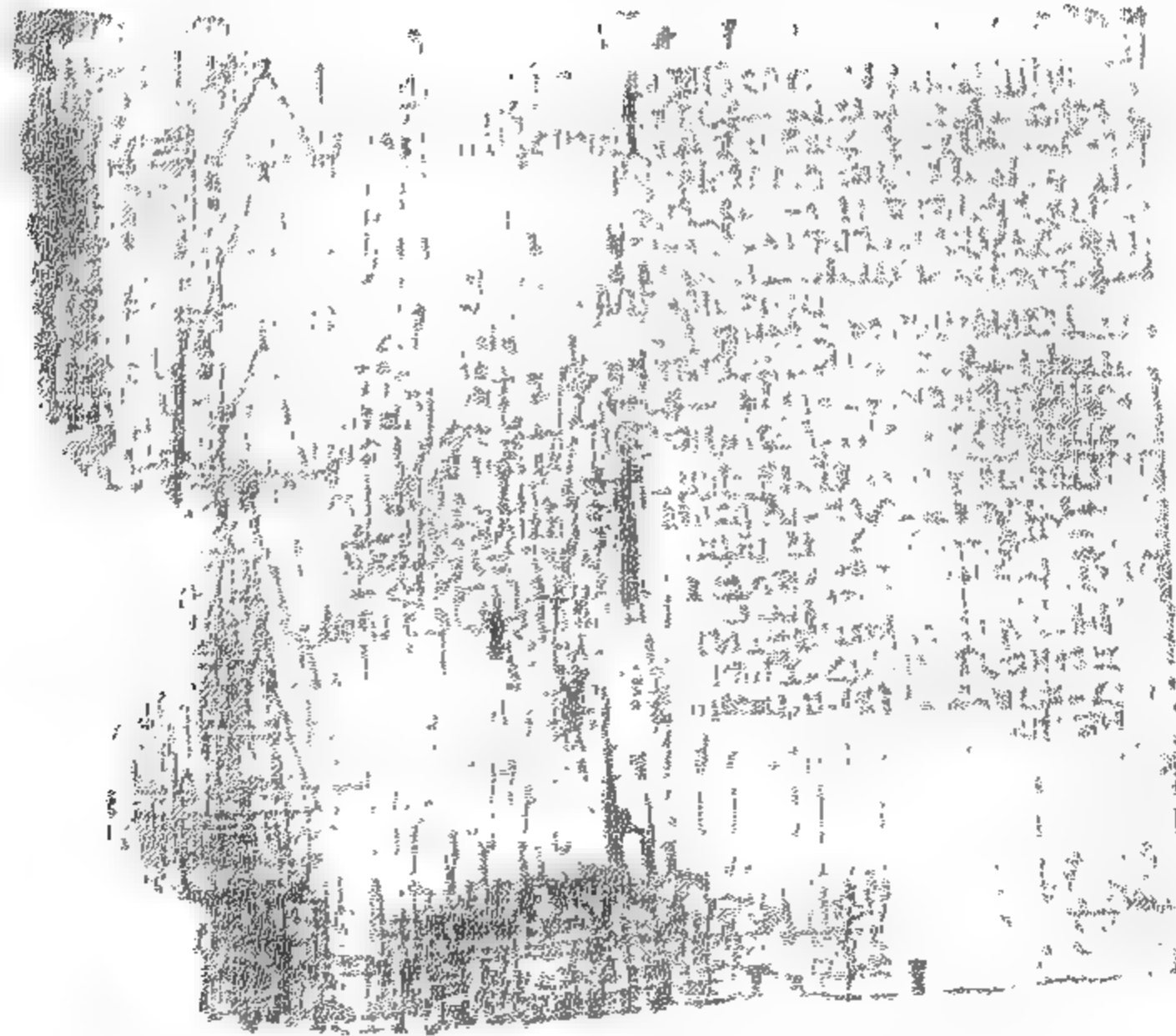
وخا تب وت wh3 tbwt، "قاعدة".

برا م وس pri m ws، "ارتفاع".

سك skd، "زاوية الميل" "زاوية الميل".

رخ rh، "معرفة" بحق، بواسطة الحساب.

إذن فالأمر يتعلق بالمعرفة العلمية، وليس برأى أيا كان حول المحتوى. والعقل مُتضمّن من البداية للنهاية فى ذلك اضرب من المعرفة. إنه موضوع معرفة بالحساب، عن طريق الاستدلال العقلى. والمحاولة الواجبة كانت فكرية، علمية معتمدة على الاستدلال العقلى تماما. ومحدد determinative الفعل | رخ rh لفظ دلالى semanthème يختص بأنشطة مجردة وفكرية للفكر الإنسانى.



شكل ٩٤: بردية راند Rhind (حوالى عام ١٦٥٠ ق.م).

وتلك المسائل الخمس تعتمد على حساب المثلثات، مع الشكل المرسوم بمعرفة الكاتب نفسه. وتعتبر أول وثيقة رياضية في التاريخ، تبحث في حساب المثلثات.

ومن أعلى لأسفل: تبحث المسائل أرقام ٥٦، ٥٧، ٥٨، و ٥٩ في ميل الهرم، أى الزاوية التى تتكون بين الضلع وقاعدة الهرم. وهى زاوية حادة كان المصريون القدماء يعرفون كيفية حسابها على وجه الدقة بحساب ظل التمام. والمسألة رقم ٦٠ تبحث فى زاوية ميل مخروط. (إون iwn).

— — — — — | | سكـد، سيكيد skd, seked - زاوية ميل الهرم (مر mr).

• زاوية ميل ضلع الهرم.

• زاوية ميل مخروط.

ويتم حساب ميل (سكد skd) الهرم (مر mr) مع معرفة قاعدته (وختب وت wh3 tbwt) وارتفاعه (برى م وس pri m ws)، بضرب نصف القاعدة (غس ن ٣٦٠ gs n 360) فى ٧ وقسمة (واختب م غمت w3h tp m gmt) الناتج على الطول (٢٥٠)، وبذا تكون الصيغة التى استخدمها الكاتب المصرى القديم على النحو التالى:

$$Skd = \frac{a/2 \times 7}{H}$$

ويحصل الكاتب على الميل  $5 + i/25$  (skd) شبر. وقد قام الكاتب فى الواقع بحساب ظل تمام الزاوية المطلوبة:

$$\cdot \text{Cot } \alpha = 180/250 = 1/2 + 1/5 + 1/50$$

ثم يضرب النتيجة فى ٧ للتحويل إلى أشبار، لأن الذراع يساوى ٧ أشبار.



وإذن: فظل تمام الزاوية ألفا:

$$\cot \alpha = 7 \times (1/2 + 1/5 \text{ i}/50) = 5 \text{ palms } 1/25$$

أى خمسة أشبار و ٢٥/١.

وتلك النتيجة تعبر عن قيمة الزاوية. أى ظل تمامها.

$$\text{Cot } a (\text{alfa}) = 180/250 = 0,72$$

ومنه يتم حساب ألفا لتكون  $54^\circ 24'$  (٥٤ درجة و ٢٤ دقيقة).

أو  $54^\circ 14' 46''$  (٥٤ درجة و ١٤ دقيقة و ٤٦ ثانية).

وبالتالى تكون قيمة زاوية ميل المسألة رقم ٥٦ فى بردية راند ٥٤ درجة و ١٤ دقيقة و ٤٦ ثانية.

وفى المسألة رقم ٥٧ من بردية راند، كانت القاعدة معطاهة (وخا تبوت  $wh_3 \text{ tbwt}$ ): ١٤٠، والميل (سكد skd) = ٥ أشبار و ١ إصبع. فماهو طول الهرم؟ ونحصل عليه بقسمة ٧ على الميل سكد skd مع ضرب النتيجة فى نصف القاعدة، وبذا:

$$H = \frac{7}{\text{skd}} \times a/2.$$

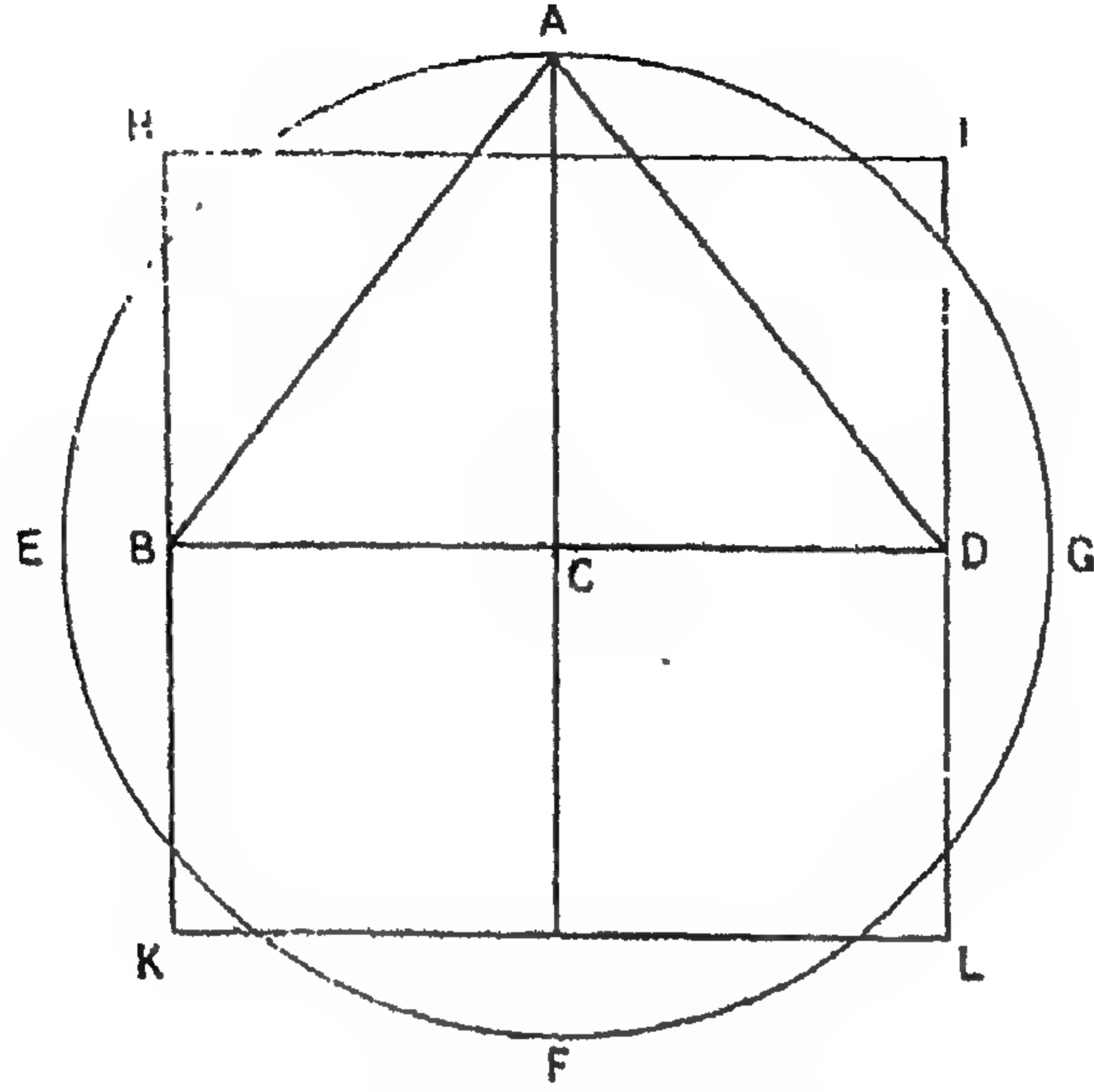
وإذا قام الكاتب بتحويل قيمة الميل إلى أذرع، ثم إلى أشبار. حيث إن الميل يساوى الفرق بين الطولين الأكبر والأصغر لكتلة من الحجر طولها ذراع واحد على واجهة هرم.

وهكذا يؤكد ج. ف. لاور J.Ph. Laauer على أهمية زاوية الميل فى الإنشاءات الصرحية المصرية القديمة قائلا: "وهكذا كان المصريون القدماء يعرفون استخدام نسق كامل متسلسل من الميول شديدة التنوع والمحددة بعلاقات

بسيطة، وذلك بفن وتمكن وأستاذية، بالقدر الموجودة به تلك الميول فى جدران واجهات المعابد ومصاطب mastabas، للأهرامات، حيث كانت زوايا الميل تشكل العامل الأساسى، بما أنها تتحكم فى الطول نفسه للشاهد المعمارى، كذلك نسبه مقارنة بالقاعدة التى تم اختيارها.. " (جان ف. لاور J. - ph. Lauer، ملاحظات عن الأهرامات- القاهرة IFAO، ١٩٦٠، ص. ٩٧).

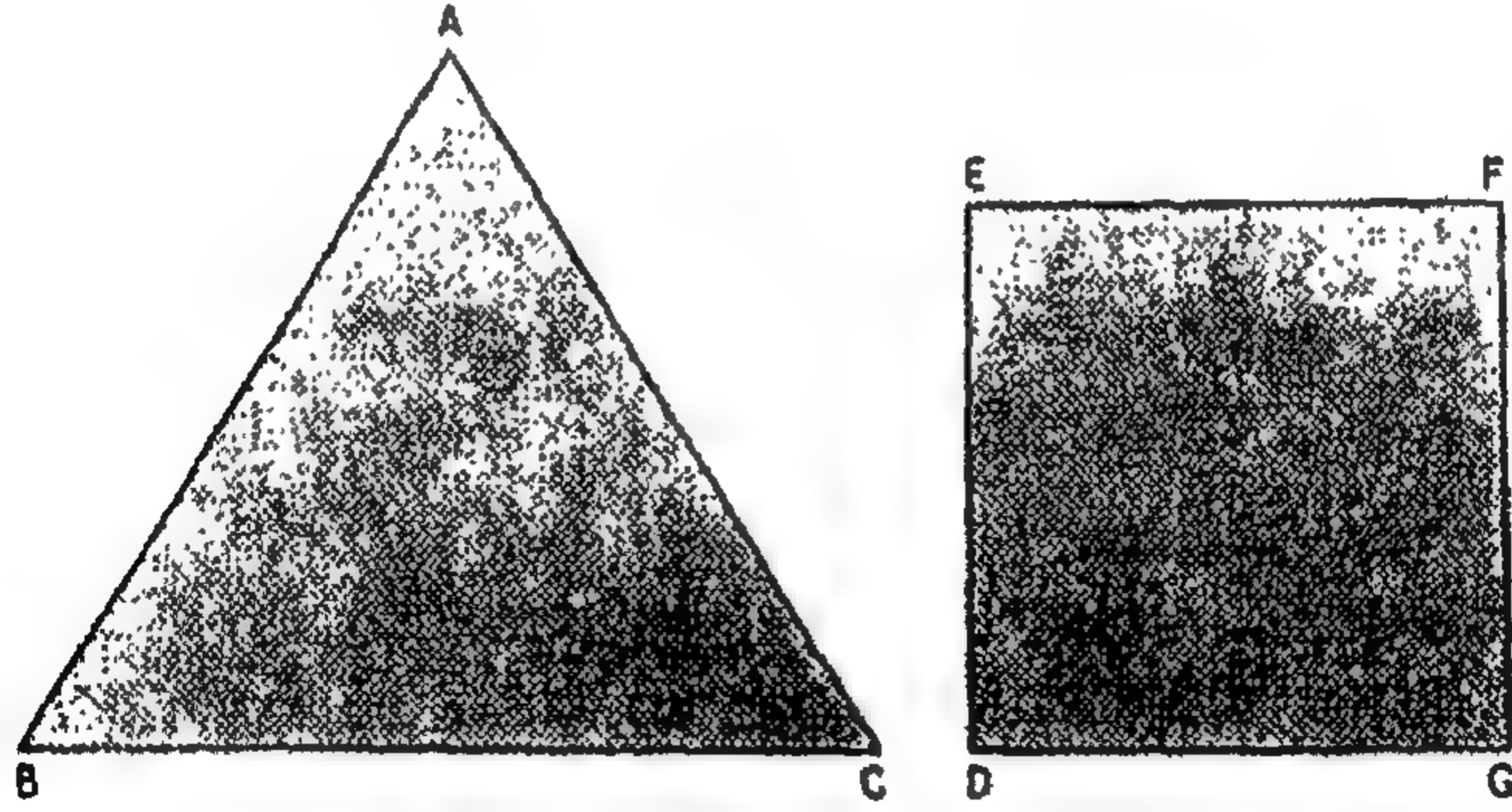
لقد كان المصريون القدماء يعرفون كل شئ يخص الهرم، الصيغة الهندسية والمعمارية، بحيث كانوا أول من امتلك المبتكرات التالية، فى تاريخ البشرية:

- زاوية ميل ضلع الهرم (سكد skd).
- زاوية ميل الهرم، أى ميل العامد (العامود الساقط من رأس الهرم المنتظم إلى أحد أضلاع القاعدة).
- ظل وظل تمام زواياه على التوالى.
- حجم الهرم.
- حجم الهرم الناقص ذو القاعدة المربعة.
- عامد الهرم الناقص (ستوتى stwty).
- ارتفاع الهرم (برى م وس pri m ws).
- قاعدة الهرم (وخا تبوف tbwt wh3).
- القاعدة السفلية للهرم الناقص (خرى hry): القاعدة الكبرى.
- القاعدة العلوية للهرم الناقص (خرى hry): القاعدة الصغرى. وما من شعب من الشعوب القديمة فى أرض ما بين النهرين، أو منطقة البحر الابيض المتوسط كانت لديه معرفة بهذا القدر من الرقى والدقة عن الهرم خارج نطاق مصر الفرعونية. ولم يتم بناء أول هرم أوروبى، من الزجاج، فى فرنسا حتى نهاية القرن العشرين: "هرم اللوفر". إلا أنه كان بنفس التصور الذى أقيم عليه الهرم الفرعونى.



شكل ٩٥ أ: العدد الذهبي  $\text{nombre d'Or}$  في الهرم الأكبر

لقد كان ارتفاع الهرم الأكبر مساويا لنصف القطر AC. من محيط الدائرة AEFG ، والذي له نفس طول محيط القاعدة HKLI.



شكل ٩٥ ب: العدد الذهبي في الهرم الأكبر المساحة ABC لإحدى الواجهات المثلثة للهرم الأكبر كانت مساوية، في الأصل، للمربع الارتفاع DEFG للمبنى.

وجميع تلك الأشكال موجودة في ذلك الكتاب القيم الذي بذل فيه إ. م. أنطونيادي A.M.Antoniadi جهداً طائلاً، وهو بعنوان "علم الفلك المصري L'Astronomie égyptienne"، باريس، صفحة ١٤٠ - ١٤١، ١٩٣٤، وله مقدمة بقلم ه. ديلاندر H.Deslandres، عضو المعهد.

ويقول ج. ف. لاور J.F. Lauer: "في هرم خوفو، هناك تساوي ملفت للنظر بين المربع المنشأ على الارتفاع الرأسى ومساحة كل واجهة مثلثة، وذلك نتيجة لخاصية القطاع الذهبى section d'or". (ج. ف. لاور J.F.Lauer - حول الأهرامات A propos des pyramides، "نشرة الجمعية الفرنسية للمصريات Bulletin de la société Française d'Egyptologie"، رقم ٢، أكتوبر ١٩٤٩، صفحة ٥٣. مؤكدة في النص).

ومن الأوفق هنا أن نعيد التدقيق مرة أخرى: فعندما يدرس المرء، فى الهندسة على سبيل المثال، شيئاً ما على هذا القدر من السمو والعظمة، فهو يقارنها ويقيس عليها، ويمكن القول إن المرء يجد نفسه كلية فى الرياضيات البحتة. فدراسة الهرم، ومعرفة التمييز بين الهرم الكامل والهرم الناقص، وحساب حجم الهرم الناقص، ومعرفة قياس زاوية الميل للهرم بالنسبة لقاعدته وارتفاعه، ومعرفة إيجاد ارتفاع الهرم بالنسبة للقاعدة وزاوية الميل، ورسم الأشكال الضرورية لى تدعم عمليات التجريد الإيضاحية اللازمة للإستدلال المنطقى على أرض الواقع، يكون هناك ما يكفى من غطرسة بالتأكيد والكتابة (من قبيل الحاقدين) عن أن كل تلك الهندسة المصرية لا تعطى سوى "وصفات recettes" تقريبية (أندريه بيشو André Pichot، مولد العلم فى بلاد ما بين النهرين، ومصر La naissance de la science. I. Mésopotamie, Egypte، باريس، جاليمار Gallimar، ١٩٩١، ص. ٢٦٠).

١١ - هرم خوفو الأكبر (تشيوبس Cheops) والعدد الذهب. التعبير "العدد الذهبى nombre d'or سواء كان كمية (فلكية<sup>(\*)</sup>)، أو كمية رياضية مادية، تعزى إليه خواص جمالية معينة، فهو عدد أصم (لا جذر له) irrationnel، وقيمتة الدقيقة  $\frac{\sqrt{5}+1}{2}$ ، أى حوالى 1,618.

وتعتبر تلك النسبة بوجه خاص نسبة جمالية، ويتم الإشارة للعدد الذهبى بالحرف اليونانى  $\Phi$  (فاى) كحرف بداية majuscule، وبذا تكتب الصيغة على النحو التالى:

$$\Phi = \frac{1}{2} (1 + \sqrt{5}).$$

• وهناك أشكال هندسية تتعلق بالعدد الذهبى، نجدها فى الآثار المصرية القديمة. وبعض من تلك الأشكال يقترب كثيرا من أشكال تتداخل مع أرقام أخرى، مثل النسبة التقريبية "ط".

وحسب ما يقوله أفضل عالم فى الأهرامات المصرية، جان فيليب لاور Jean – Philippe Lauer، فإن النسبة بين نصف محيط القاعدة، وارتفاع الهرم الأكبر تساوى:  $3.1428 = \frac{22}{7}$ ، وهى قيمة تقترب من النسبة التقريبية ط = 3.1416

وإضافة لذلك، فإن النسبة بين طول العامد l'apothème (العامود الساقط من رأس الهرم المنتظم على أحد أضلاع قاعدته) إلى منتصف ضلع قاعدة الهرم الأكبر تعطى هى الأخرى العدد الذهبى:

$$\Phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1.618$$

والمبدأ هو أن المصريين القدماء قد استخدموا العدد الذهبى داخل هرم خوفو الأكبر دون أن يعرفوه.

---

(\*) يعنى المصطلح (nombre d'or) فى علم الفلك دورة قمرية مدتها تسعة أعوام.



ومن هذا المنطلق، ففن الهندسة قد ولد في مصر. بلا جدال، فالعالم كله يعترف ويقر بوجود المثلث قائم الزاوية في الهرم الأكبر: وهو معروف باسم المثلث المصري. إن أطوال الأضلاع الثلاثة تكون متوالية هندسية بمنطق يساوي  $\sqrt{\Phi}$ . وإذن فإن صيغة ذلك المثلث قائم الزاوية تكون مثل نسبة الخط القطري diagonale إلى الضلع الأصغر، وهي تساوي العدد الذهبي.

وربما كان المعماري العظيم La Grande Architecte للكون هو وحده القادر على استخدام العدد الذهبي، بطريقة لا شعورية، في إبداعاته، وليس نحن البشر، وليس هؤلاء الذين اخترعوا الهندسة خاصة.

ومن الثابت والمعروف أن كلا من ليونارد ودافنشي Leonardo D'vinci (١٤٥٢ - ١٥١٩)، وألبرخت دورر (١٤٧١ - ١٥٢٨)<sup>(١)</sup> كانا يتفحصان أعمالهما ويراجعانها بوعي كي يتأكدا من تأثيراتها الجمالية، وذلك باستخدام هندسة العدد الذهبي. وبالمثل نجد أن فيدياس Phidias<sup>(٢)</sup> (توفي حوالي عام ٤٣١ ق.م) قد استخدم في وعي عند بناء البارثينون، فكرة المستطيل المعرف بالنسبة للعدد الذهبي بين خطه القطري والخط القطري للمنتصف، والذي عرف بـ "مستطيل البارثينون Rectangle Parthènon". ولم يكن هناك غير المصريين القدماء والنوبيين الذين استخدموا العدد الذهبي، بطريقة لا شعورية، في بناء الهرم الأكبر (عام ٢٦٥٠ ق.م)، ولمعبد أمادا Amada، في النوبة (حوالي عام ١٥٠٠ ق.م). جدران ضريح القارب المقدس لمعبد أمادا عبارة عن مثلثات قائمة الزاوية ١,٦١٨ وأرضيته عبارة عن مستطيل مذهب ٣٨٢ و ١/٠. والمستطيل ١,٦١٨ منشأ بحيث تكون نسبة الضلع الكبير إلى الضلع الصغير مساوية للعدد الذهبي. والخط الوحيد الذي ارتكبه المصريون القدماء هو أنهم كانوا أول من ابتكر هندسة العدد الذهبي (بلا وعي). ولقد أضحى ذلك إثماً، متعمداً، في نظر السادة المفسرين والمحليين الغربيين!!

(١) مصور وحفار ورياضي ألماني، من كبار فناني عصر النهضة - المترجم.

(٢) معماري ونحات أثيني كبير، شيد البارثينون Parthenon - المترجم.

١٢ - قياس ارتفاع الهرم في مصر بمعرفة طاليس: هناك نص يؤكد أن طاليس قد تعلم الطريقة من الكهنة المصريين.

١- طاليس الميلاوى Thalès de Milet (حوالي ٦٤٠ - ٥٤٦ ق.م):  
طاليس من مدينة ميليه، هو مؤسس أول مدرسة رياضية يونانية، في منطقة أيونيا بآسيا الصغرى. ويعتبر، بعمله هذا، مبدع الهندسة في الغرب. وكان يطلق عليه لقب "الحكيم" في عصر حاكم أثينا الأول (أرخونت Archonte) داماسياس Damasis (حوالي ٥٨٢ ق.م)، وذلك بعد عشر سنوات من ولاية صولون Solon (الحكيم) (٦٤٠ - ٥٥٨ ق.م).

٢ - ولم يكن هناك من معلم لطاليس سوى في مصر: "... وإذا كان الأمر أنه لم تكن سوى زيارة لمصر، فهو قد تردد على الكهنة المصريين..." (جان - بول دومون Jean-paul dumont، المدارس قبل سقراط Les écoles presocratiques، باريس، جاليمار Gallimard، ١٩٩١، ص ١٣).

والنص اليوناني صريح تماما: "... لقد تعلم (epaideuthe) في مصر (en Aigupto)، بتوجيه من (hupo) الكهنة (ton hierèon)..." (ف. ديم V.Diels 1,A3). والفعل اليوناني paideuo يعنى "يشكل، يعلم"؛ وهو مشتق من الكلمة pais والتي تتجاوب في الفرنسية مع كلمة "طفل". فهي تعبر عن الطفولة والشباب. لقد كان طاليس في مرحلة الطفولة العلمية عندما قدم إلى مصر كي يتشكل ويتعلم تحت سلطة كهنة البلاد مباشرة. والنص اليوناني لا يذكر غير ذلك.

ويروى ديوجين اللارسي Diogene Laerce<sup>(١)</sup> .. وحسب ما يؤكد به بامفيل Pamhile<sup>(٢)</sup>، أنه كان، بعد أن تتلمذ على المصريين، في الهندسة، أول من رسم المثلث القائم الزاوية داخل دائرة، وقد ذبح بقرة تكريما لاكتشافه ذلك.. (جان - بول دومون Jean - Paul Dumont مرجع سبق ذكره):

وإذن فإن طاليس قد تعلم الهندسة من المصريين، وهو لم يتعلم على يد أستاذ آخر سوى الكهنة المصريين حال تواجده في مصر.

٣ - كيف قاس طاليس الأهرامات في مصر:

(أ) شهادة ديوجين اللارسي (مؤرخ يوناني من القرن الثالث).

".. يقول هيرونيموس Hiéronyme إن طاليس قد قام بقياس الأهرامات بحساب النسبة بين ظلها وبين ظل الجسم البشري" (ديوجين اللارسي: حياة، ومذاهب وحكمة الفلاسفة المشهورين - Vie, Doctrines et sentences des philosophes illustres -، ترجمة وتعليق روبرت جينيل Robert Genaille، باريس، Gagnier- Flammarion ١٩٦٥، ص. ٥٣).

ولقد قام طاليس بقياس الأهرامات، بملاحظة ظلها عند اللحظة التي كان مساويا فيها لطول ظل الجسم البشري (هوتيه هيمين أيزوميغيتس إيستي hote hemin isomegèthes esti).

(ب) شهادة بلوتارك Plutarque { مؤرخ يوناني (٤٥ - ١٢٥) }:

---

(١) ديوجين اللارسي Digène laerce or laertès: فيلسوف ومؤرخ يوناني. لا يعرف الكثير عنه، وحسب سترابون، فهو قد ولد في مستعمرة يونانية بسيليزيا تحمل اسم لارسيا أو لارتيا، وربما كان ذلك اسم والده أيضا (وكان صاحب بنك)، والمرجح أنه عاش في النصف الثاني من القرن الثالث الميلادي - المترجم.

(٢) إيوسيب بامفيل Eusèbe Pamphile de cesarée (يوزيبوس بامفيلي Eusebius Pamphili) (٢٦٥ - ٣٣٩): لاهوتي ومؤرخ يوناني كبير من فيسريه Césurée - المترجم.

".. إذا ما نصبت قائما (عصا) في وضع عمودي عند نهاية ظل الهرم، ورسمت هرمين بالخط المنطبق على شعاع الشمس المار بالطرفين، ستجد أن هناك نسبة بين ارتفاع الهرم وارتفاع القائم، تساوى النسبة بين طول ظل الهرم وظل القائم.." (بلوتارك، مآدبة الحكماء السبعة Le banquet des Sept Sages، ١٤٧٨، دومون Dumont، مرجع سبق ذكره ص. ٢٩).

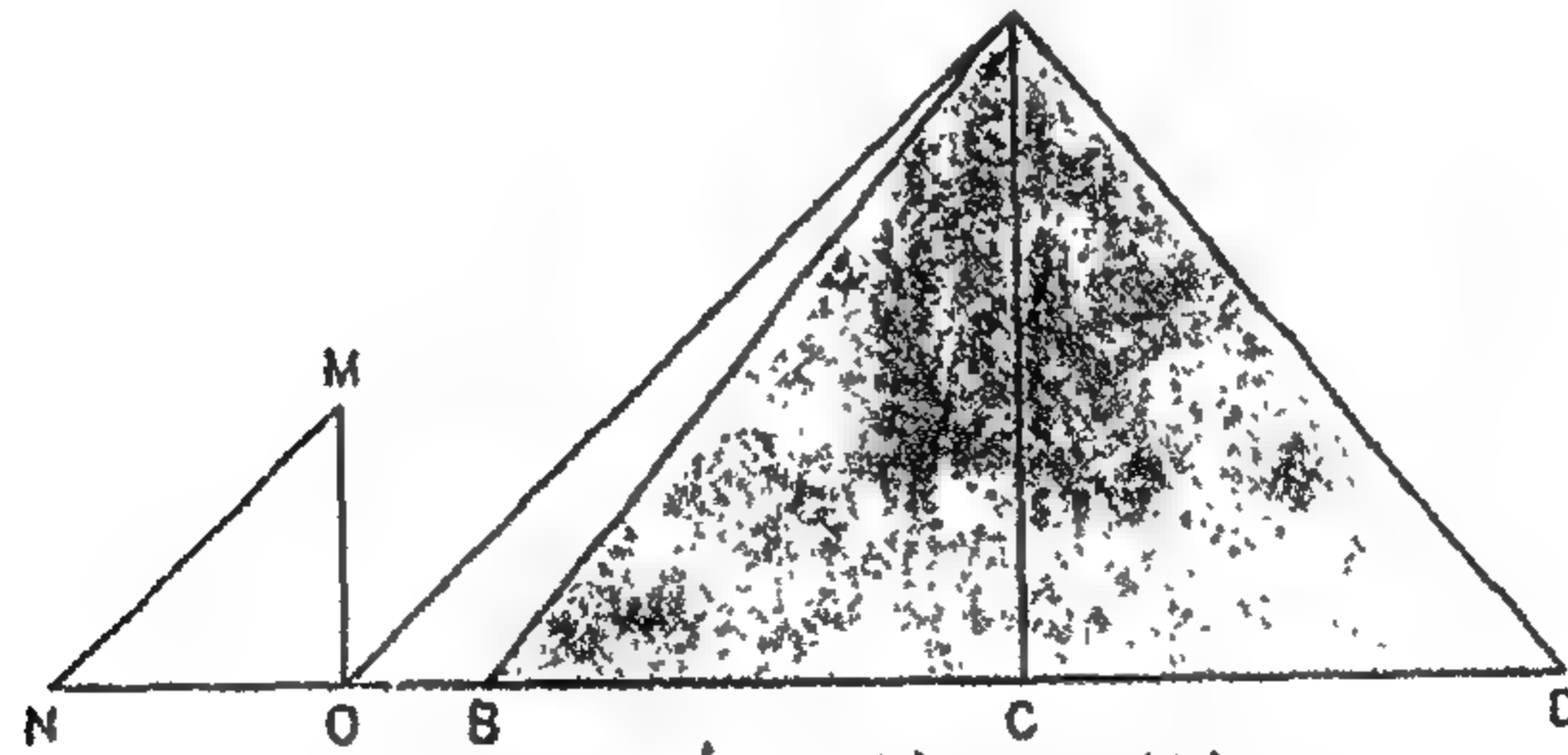
ويجب أن يكون مفهوما أن المثلث المتكون من الهرم وظله متشابه مع المثلث المتكون من العصاة وظلها. وفي هذين المثلثين يكون طول الظل متناسبا مع ارتفاع الجسم L'objet.

(ج) بلين القديم Pline L'ancien<sup>(١)</sup> (عالم طبيعى Naturaliste روماني (٢٣ - ٧٩)، مؤلف دائرة معارف فى العلوم القديمة):

".. اكتشف طاليس الميلاوى Thalès de millet طريقة لقياس ارتفاع (الأهرامات)، بقياس ظلها فى اللحظة التى يكون فيها الظل مساويا لشكله الأصلى" (بلين: التاريخ الطبيعى، المجلد ٣٦، ٨٢).

ومن ثم يمكننا تمثيل الحل، خاصة بدءا من نص بلوتارك.

٤ - طريقة الحل التى اتبعها طاليس لقياس ارتفاع الأهرامات.



شكل ٩٦: طاليس وأهرامات مصر.

قياس ارتفاع الأهرامات بمعرفة طاليس الميلاوى.

(١) اسمه الأصلى جايوس بلينيوس سيكوندوس Gaius Plinius Secundus، والموسوعة بعنوان "التاريخ الطبيعى L'histoire naturelle"، وتقع فى ٣٧ مجلدا ومازالت موجودة حتى الآن - المترجم.

فليكن ABD هو الهرم، و OB هو ظله عند الظهر تماما. وضع طاليس عصاه MO عند طرف الظل، عند O، وقام بقياس الطول ON لظل العصا. ثم، وبمعرفة الواجهات الغربية أو الشرقية للهرم، والمسافة OC حتى منتصف الهرم، يكون التماثل بين الأهرامات MON و ACO النسب التالية:

$$\frac{ON}{OM} = \frac{OC}{CA}$$

ومنه نستنتج أن :

$$CA = \frac{OM \times OC}{ON}$$

ولو كان طاليس قد حسب طول الهرم عند ميل شعاع الشمس بزاوية ٤٥ درجة، لكان كل ما على i هو حساب الطول CO فقط، وهو ما كان يعطيه الارتفاع الذى يبحث عنه على الفور.

وهذه هي النظرية الشهيرة لـ jkhsf. ففي المثلث متساوى الزوايا équiangle (إيزوجونيا isogonia)، مثله مثل المثلثين MON و ACO، يكون الضلعان حول الزاويتين المتساويتين، متماثلين (إقليدس Euclide، الكتاب السادس - الفرض رقم ٤).

ولقد تعلم طاليس ذلك من كهنة مصر. ونفس المقطع الذى ذكر أنفا من بلوتارك (بلوتارك: مآدبة الحكماء السبعة §28, Le Banquet des sept Sages 147 §١٤٧)، يؤكد بأكمله تلك الحقيقة تماما.

ولم تكن الطريقة التى اتبعها طاليس سوى تنويع لحساب ميل زاوية الهرم "سكيد seked"، - وكان ذلك ابتداءً تافها للمهندسين المصريين القدماء.



## ٥- طاليس، الملك أمازيس، والمصري

لقد قام طاليس بقياس ارتفاع الهرم عن طريق ظله، دون استخدام أى أجهزة. وذلك بحسب له ويجعله موضع تقدير كبير. وكان الملك المصرى أمازيس Amasis من الأسرة السادسة والعشرين (٥٧٥ - ٥٢٦ ق.م) وعاصمتها سايس (صالحجر حاليا) صديقا لطاليس، سعيدا بما حققه ذلك التلميذ اليونانى، فى عمله ودراساته فى وادى النيل.

إنه مصرى ذلك الرجل الذى يشرح لطاليس نفسه "اكتشافه" الحقيقى. ويعنى هذا أن المصرى كان يعرف تماما الحل الهندسى الذى اتبعه طاليس.

وفيما يلى شرح المصرى لطاليس: "... إنه (ملك مصر أمازيس) هو الذى سمح لك لأسباب أخرى، ولكن يجب القول بأن إنجازك كان مثار إعجاب كبير لمشاهدتك، وأنت تقيس (ارتفاع) الهرم دون أى صعوبة، وبدون مساعدة أى أداة، وأنت تغرز عصاك عند نهاية ظل الهرم؛ ولما كان هناك مثلثان قمتكونا من خلال أشعة الشمس المماسية للهرم، فقد بينت أن العلاقة بين أحد الظلين والآخر، هى نفس العلاقة بين ارتفاع الهرم، وطول العصا..". (بلوتارك: مآدبة الحكماء السبعة § 147, Le Banquet des sept Sages, A).

ولقد كان الذى يخاطب طاليس هو نيلوكسينوس Neilóksenos (مواطن أفريقى أصلى يشتغل بالهندسة). وهو إذن لم يكن يونانيا، بل غريب أصلى من بلاد النيل، أى مصرى أصلى يشرح لطاليس نفسه كيف يقيس ارتفاع الهرم بمعرفة ظله. إن شرح المصرى لطاليس ليثبت نفس نظرية النسبة والتناسب. وإذن فلم تكن الطريقة التى استخدمها الميلاوى Milésien (طاليس) جديدة تماما فى مصر، لأن الذى كان يشرح لطاليس نفسه هو رياضى مصرى، وهو ما استتبع دهشة أمازيس الذى لم يكن هو نفسه رياضيا.

إن نص بلوتارك ليؤكد فعلا أن الملك قد أصابته الدهشة، ولكن النص نفسه لا يكشف لنا على الأقل كيف أوضح المصري برهانه، فقد جرت العادة على حذف ذلك المقطع من نص بلوتارك كي لا ينال المديح غير الميلاوى (طاليس)!!



## XXV

### المخروط

### Cône

١- الهرم والمخروط: لقد مثل المصريون القدماء المخروط (فى اللاتينية كونوس Conus، من اليونانية Konos، بمعنى الصنوبرية Pomme de pin) بالهرم. والمسألة رقم ٦٠ فى بردية راند Rhind تتطلب فى الواقع حساب ميل (سكد skd) مخروط ما، بمعرفة قاعدته وارتفاعه، تماما كما يحسب المرء زاوية الميل لهرم ما.

٢- تقصيب (نحت) المخروط Épannelage du cône. يتخذ الهرم، عندما تتعدد الواجهات فيه بلا نهاية، شكل المخروط. ومثل تلك الطريقة فى الإنشاء تسمى تقصيب الخروط.

والواقع أن المصريين كانوا يعرفون تماما الهرم المنتظم ذا القاعدة المربعة. وكانوا يدركون بالتأكيد أنه بمضاعفة عدد واجهات الهرم بلا نهاية، يكون من الممكن اعتبار أحد الأهرامات الناتجة بتلك الطريقة، مع التقريب المناسب، مخروطا. وإلا، لن يدرك المرء ما هو السبب الهندسى لتمثيلهم المخروط بالهرم.

ولكى يتم تطبيق صيغة الميل للهرم، للمخروط أيضا، يجب إدراك علاقة هندسية معينة بين المخروط والهرم. ولم يؤكد المؤلفون على الإطلاق تلك العلاقة، رغم وضوحها وبدايتها.

٣ - وهكذا تبدو المسألة رقم ٦٠ على النحو التالى:



الترجمة:

(١) مخروط (iwn) ب (n) ١٥ ذراعاً (م ح ١٥ 15 mh) قاعدته (سن تت.ف. sn tt.f).

(٢) فيما يخص (م) ارتفاعه (ك إي.ب. k3y.f) صعوداً (ن-ح رو n- hrw) "إلى أعلى".

(٣) وقد يمكنك أن تحل بحيث (د.ك. di.k) يمكنني معرفة (ر.خ. rh.i) زاوية ميله (سك. skd).

والمفردات اللغوية كالتالي: **أون** iwn، "عمود"؛ وهو هنا مخروط يطابق الشكل المرسوم بمعرفة الكاتب لتوضيح المسألة: فهذا الشكل هو فورم هندسي، إلا أنه ليس هرمًا، وإلا كان الكاتب سيكتبه م ر m r "هرم"، كما كان يكتبه في كل مكان بمعنى هرم. ومن الممكن ترجمته "عامود مخروطي". إلا أن الأعمدة المصرية القديمة كانت كلها رأسية، بما فيها الأعمدة الداعمة pilier d'ante، والتي كان جرى التعامل معها وكأنها أجزاء من الجدران، ويتم إنشاؤها لتسند الكتلة المائلة للعامود المربع الرئيسي Le pylone في المداخل والبوابات (في المعابد الضخمة للدولة الحديثة).

سنت sn tt "قاعدة"، "أساس"، و"قاعدة سفلية soubasement".


كإي k3y "ارتفاع"؛ كإت k3t "ارتفاع"؛ كإو k3w "ارتفاع".


سك skd "ميل"، زاوية الميل، "انحدار".



وباستخدام الطريقة المعتادة الميل سكد skd، قد يكون الهرم مدببا جدا:  
قاعدة ١٥ ذراعا لارتفاع مقداره ٣٠ ذراعا، وهو ما يمثل زاوية أكبر من ٧٧  
درجة، من المستحيل استخدامها في عمليات الإنشاء.

والقاعدة (سنت snrt) هي الدائرة التي تشكل قاعدة المخروط بدقة: وقياس  
تلك الدائرة هو قطر (سنت snrt) الدائرة.

والقمة موضحة جيدا في النص:  سن-حرو n-hrw، "صعودا"،  
"نحو الرأس"، "نحو القمة"، "حرو hrw".

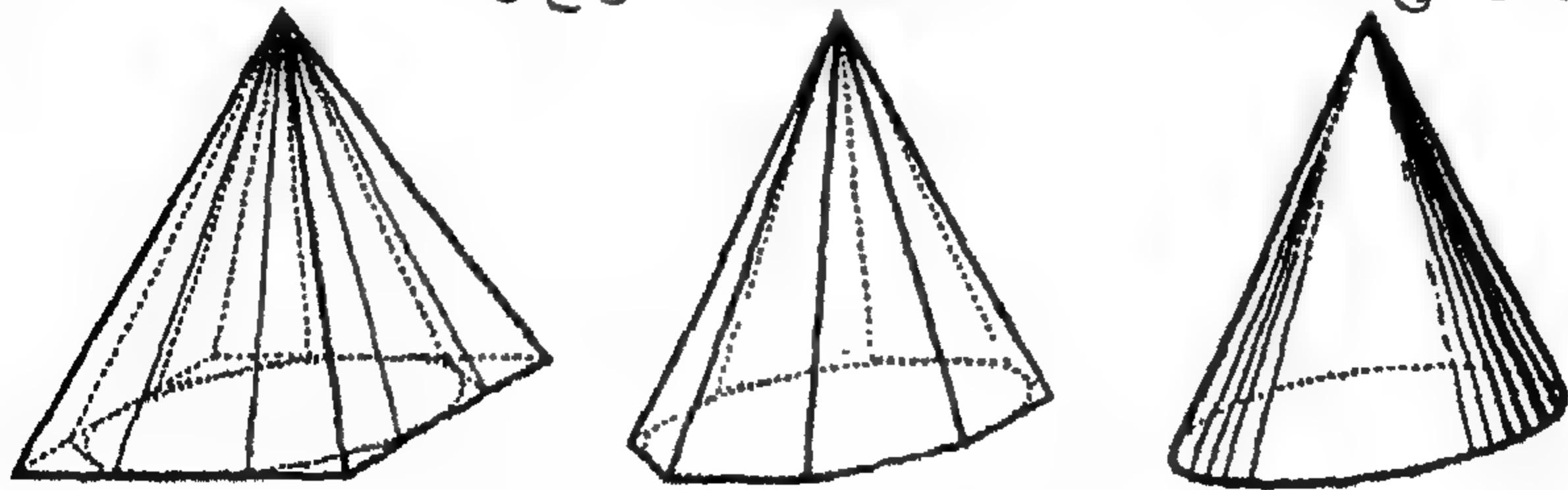
والمسافة من القمة حتى القاعدة هي ارتفاع المخروط:  k3y، "الارتفاع".

ولدينا القاعدة (دائرة)، القمة، والارتفاع للمخروط (iwn إون).

ويحسب الكاتب نصف قطر الدائرة:  $15/2 = 7.5$  ثم يضرب النتيجة في ٤  
لتصبح ٣٠ حيث  $7.5 \times 4 = 30$ . ويكون ذلك هو عامد apothome (ستوتى  
stwt) المخروط. ويستخدم الكاتب ذلك القياس (ستوتى stwt) لإيجاد الميل  
(سكد skd).

وبذا يجب الميل بالعدد ٤ لكي يكون الميل مكانه: "وبذا يكون ميله (ستوتى  
stwt) هو ٤. وهذا هو مكان ميله (سكد skd)".

ولذلك الارتفاع، يجب تعديل الجانب بما مقداره ذراع واحد لكي يكون الميل  
"سكد skd" في مكانه:  $15/2 \times 4 = 30/30 = 1$ : ذراع واحد.



شكل ٩٧: تقصيب (نحت) المخروط

وبمضاعفة عدد الواجهات لهرم منتظم ما، بلا نهاية، نحصل بذلك على شكل المخروط = م ر mr، "هرم"، و"مخروط"، في اللغة الفرعونية.

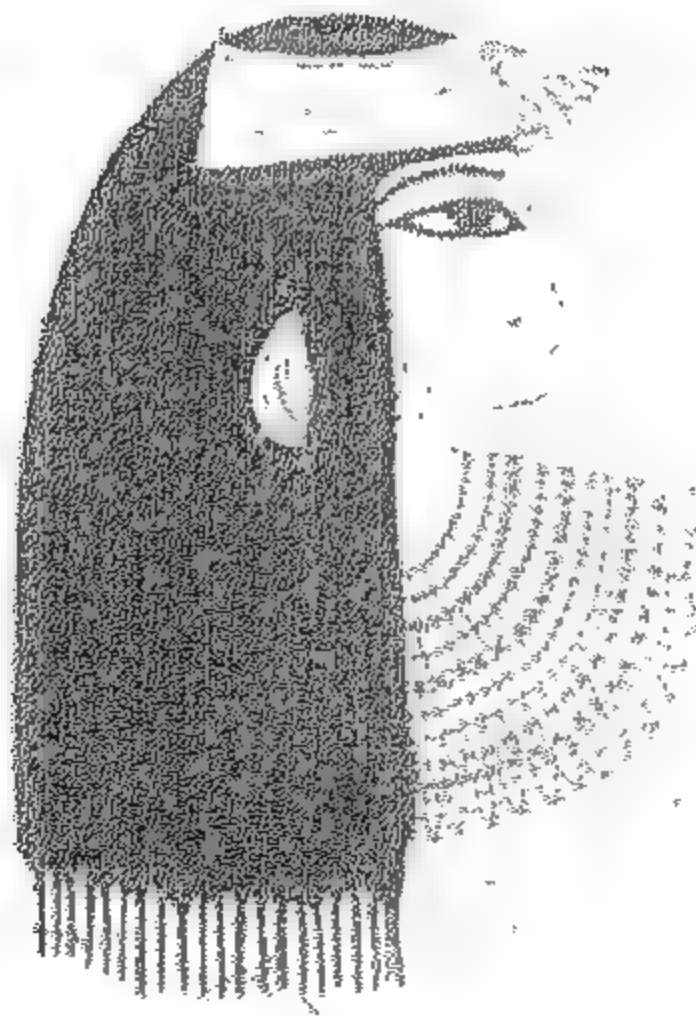


سحن ٦٨: قرن محروصى.

طحن الحبوب لصناعة الخبز. نموذج لمنظر منزلى فى الدولة الوسطى (٢٠٥٢ - ١٧٧٨ ق.م).

يتم طهو الخبز فى فرن مخروطى الشكل. ونرى أحد العاملين مشغولا بإيقاد النار، وضبطها لطهو الخبز جيدا. إن فكرة المخروط كانت موجودة، وتحققت فى شكل فرن مخروطى، فى واقع الحياة اليومية.

ارتفاع الفرن ٤٢ سم. المتحف البريطانى (رقم ٤٥١٩٧).



شكل ٩٩: سيدة تضع على رأسها مخروط الدهان

مقبرة مينا Menna (طيبة، رقم ٦٩). أواسط الأسرة الثامنة عشرة.

كان مينا Menna هذا يشغل منصب مفتش الزراعة (يضبط حدود الحقول، ويتحقق من وجود علامات التقسيم). فكان المسئول الأول عن الأعمال المساحية للأراضي، يعمل تحت إمرته عديد من الكتاب والموظفين عند التفتيش على الحقول، لإنجاز كل عمليات الوزن والمراجعة والتسجيل. ونرى في الشكل تسريحة الشعر الطويلة وقد امتدت على ظهر السيدة ورقبتها، ومزينة بشريط ملون من الزهور: مخروط من كريم دهان الشعر (كريم دهني معطر) مثبت على الرأس. وتعمل الحرارة على ذوبان الكريم الدهني ببطء ليسيل بفوحائه على الرأس والأكتاف، فيعطى للبشرة ملمسا دهنيا، وتلتصق الملابس بالجسم.



شكل ١٠٠: كتاب (موظفون) يحملون مخاريط الدهان فوق رؤوسهم:

نحت بارز في مقبرة خيمحات Khaehat (طيبة، رقم ٥٧).  
الأسرة الثامنة عشرة، أثناء حكم أمنحتب الثالث (١٤٠٥ ق.م - ١٣٦٧ ق.م).

وفى المقابر المدنية بطيبة، فى عصر الدولة الحديثة (١٥٦٧-١٨٠٥ ق.بم) كان من الممكن أن تحصى ٦٥ من الكتاب والموظفين: الكتاب الملكيون، وكتاب الرسائل والبرقيات، والكتاب المحاسبون، والكتاب الزراعيون، وكتاب شئون الخيل، وكتاب الموضوعات الدينية، وكتاب الخزائن العامة، وكتاب الإصدارات الإلهية، وكتاب الآثار المعمارية لمملكة آمون. كما كان هناك كتاب بواقى المحاصيل الزراعية des recrues، وكتاب مائدة سيد القطرين (مصر)، وكتاب ما أطلق عليه "مكان الحقيقة place de la vérité".



شكل ١٠١: مخروط جنازى من الفخار يخص منتو معت Mentouemhat، ثالث رسل آمون وكاتب المعبد، محافظ طيبة وحاكم مصر العليا (حوالى عام ٦٦٤ ق.م) المتحف المصرى لمدينة تورينو، inventaire Cat 3423.

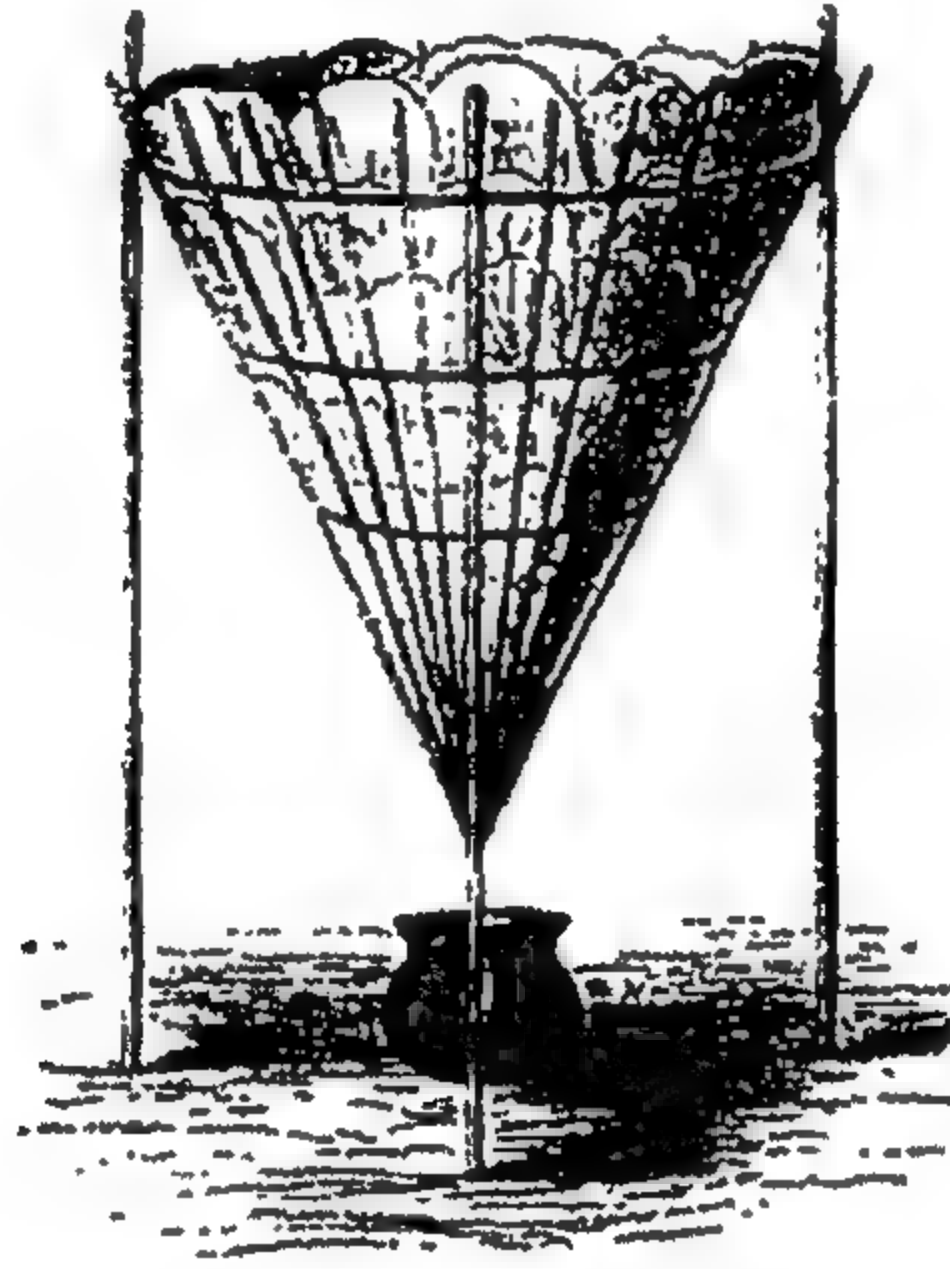
الارتفاع ٢٣,٥ سم، وقطر الدائرة التى تشكل قاعدة المخروط: ٨,٥ سم.



شكل ١٠٢: البرج المخروطى الكبير فى زيمبابوى والبرج من الحجارة المنحوتة. وقد كان الشكل المخروطى الناقص من الخصائص المميزة للعمارة الأفريقية.



الهندسة والعمارة (الشكل ١٠٢): لقد أصبحت فكرة "الشكل المخروطى الناقص" من صميم واقع ذلك البرج المخروطى الكبير لزيмбаوى. إن المرء لا يمكنه بناء مثل ذلك الصرح المعماري بأسلوب التجريب على أرض الواقع، فى ضوء عدة وصفات يحوطها الغموض. لقد اقتضى الأمر استخدام قواعد القياس، والحساب، والهندسة، ووضع خطة، مع أخذ العناصر الفلكية أيضا فى الحسبان. وكان لابد من استخدام مهندسين ومعماريين، وأساطين من البنائين، ومشرفى مواقع البناء والتشييد، وأدوات دقيقة، وسقالات، إلخ. وإلا كان الأمر لايتعلق بإنجاز بشرى، بل بإبداع إلهى هبط فجأة من السماء.



شكل ١٠٣: مرشح مخروطى.

مرشح لإنتاج الملح. ويتخذ الجهاز شكل القمع المخروطى.

ويصف ف. ل. كامرون V.L. Cameron: "شاسيه على شكل قمع يتكون من عصيان ترتبط ببعضها بواسطة أطواق، ومثبتة بواسطة أربعة أو خمسة أو تاد، وهو مبطن من الداخل بورق خاص، وفى قاعه طبقة من الأعشاب تعمل كمرشح. ويتم ملء ذلك القمع بالطين المالح، ويصب فوقه الماء المغلى؛ حيث يذاب الملح ويتساقط مع المياه إلى إناء مخروطى. ويتبخر الماء بعد ذلك، وتوضع



الرواسب المتبقية في أواني مخروطية سعتها حوالى ثلاث ليرات<sup>(١)</sup>. وذلك المنتج كان نتاج بحوث مضمّنية من القبائل التى لا يوجد لديها ملح فى أراضيها، ويصدرونه إلى مسافات بعيدة. { "Le Ct V.I. Cameron، عبر أفريقيا، رحلة من زنجبار حتى بينجويلا A travers l'Afrique. Voyage de Zanzibar à Beguelan، ترجمة من الإنجليزية هـ. لورو H.Loreau. باريس، هاشيت Hachette، ١٨٧٨، ص. ٣٢-٣٢٤. ومحققة بمعرفتنا. وبالنسبة للشكل الموضح هنا، انظر ص. (الأصل ٣٢٣).


---


(١) الليرة Livre: وحدة وزن قديمة ذات قيمة متغيرة، كانت تساوى حوالى نصف كيلوجرام.

## XXVI

### المسلة


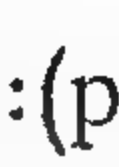
## Obélisque

١ - المسلة *L'obélisque*: المسلة (فى اليونانية أو بيليسكوس obeliskos بمعنى سفود (سيخ) الشواء، ويقال لها باللغة الهيروغليفية:  تحن، تيخين thn, tekhen، والمعرف dérminatif يكون مثل الهرم، إلا أن القمة الهرمية Le pyramidion تكون علامتها

 والمسلة هى شكل هندسى ومعمارى مصرى خالص. وليس هناك مسلات فى حضارات ما بين النهرين، والحضارات الحيثية، واليونانية، والرومانية، والأوروبية. والمسلات المنصوبة الآن فى العواصم الكبرى الأوروبية والأمريكية، قدمت كلها من مصر، من أفريقيا.

٢ - ويرجع تاريخ المسلات الكبرى إلى الفترات التى كانت مصر فيها فى ذروة مجدها كقوة وثروة، أى فى عهد الأسرات ١٢، ١٨، ١٩.

٣ - الهرم والمسلة: المسلة عبارة عن كتلة من الحجر (جرانيت وردى من أسوان)، مربعة الزوايا عند قاعدتها، حيث ترتفع الواجهات لتضيق كلما ارتفعت حتى تنتهى عند القمة مدببة، وقد اتخذت الشكل الهرمى. وتسمى قمة هرمية، أو هرما صغيرا Pyramidion.

وبين هذين الشكلين الهندسيين والمعماريين، الهرم والمسلة، هناك رابطة في الأصل: فالكلمة  بنبت، بينبين bnbnt, benben، حجر أون المقدس (إونو Iwnw "أون on"، هيليوبوليس، مدينة إله الشمس رع Ra)، تستخدم أيضا إشارة للمسلة والهرم. ومع ذلك، يقال لقمة المسلة (الهرم الصغير pyramidion):  بنبت، بينبين bnbnt, benben.t.

وإذا كان الهرم قد دخل في صميم مجال العمارة الجنائزية (بصفته مقبرة ملكية يستخدمها الفرعون للصعود إلى السماء، عند أبيه رع)، فإن المسلة ظلت رمزا شمسيا، وقد ظهرت لأول مرة في معابد الأسرة الخامسة (حوالي عام ٢٤٥٠ ق.م، في عصر الفرعون أو زركاف Ouserkaf). وكانت المسلة في ذلك الوقت تشكل مركز الصرح المعماري المقدس. ومع بداية الدولة الوسطى (٢٠٥٢ - ١٧٧٨ ق.م)، فقدت المسلة وضعها كمركز للمعبد.

٤- وأبعاد المسلات الكبرى شديدة التنوع. وتعطينا الأرقام المرفوعة على بعض تلك الشواهد المعمارية التذكارية فكرة عن مقاساتها:

- مسلة هيليوبوليس، سيزوستريس الأول SésostrisI (١٩٢٨-١٩٧١ ق.م): الارتفاع ٢٠,٧٢ متر، سمك القاعدة ١,٤٨ متر، منبت الهرم الصغير (الجزء المدبب) ١,٢١ متر.

- مسلة الكرنك، تحوتمس الأول ThoumosisI (١٥٣٠-١٥٢٠ ق.م): الارتفاع ١٩,٢٠ متر، السمك عند القاعدة ١,٨٤ متر، منبت الهرم الصغير (الجزء المدبب) ١,٦٥ متر.

- مسلة الكرنك، حتشبسوت Hatchapsout (١٥٠٤-١٤٨٣ ق.م): الارتفاع ٢٩,٥٠ متر، السمك عند القاعدة ٢,٤٦ متر، منبت الهرم الصغير (الجزء المدبب) ١,٨٠ متر.

- مسلة الكرنك، تحوتمس الثالث ThoumosisIII (١٥٠٤-١٤٥٠ ق.م):  
الارتفاع ٣٧,٧٧ متر، السمك عند القاعدة ٣,١٥ متر.

- مسلة الأقصر، رمسيس الثانى RamsésII (١٣٠١-١٢٣٥ ق.م):  
الارتفاع ٢٥,٠٣ متر، السمك عند القاعدة ٢,٥٠ متر.

ولم تكن صعوبات نحت المسلات واستخلاصها ونقلها، وهى تزن مئات الأطنان، لتغيب عن أذهان المصريين، والذين صاغوا المسائل العملية فى هذا الصدد.

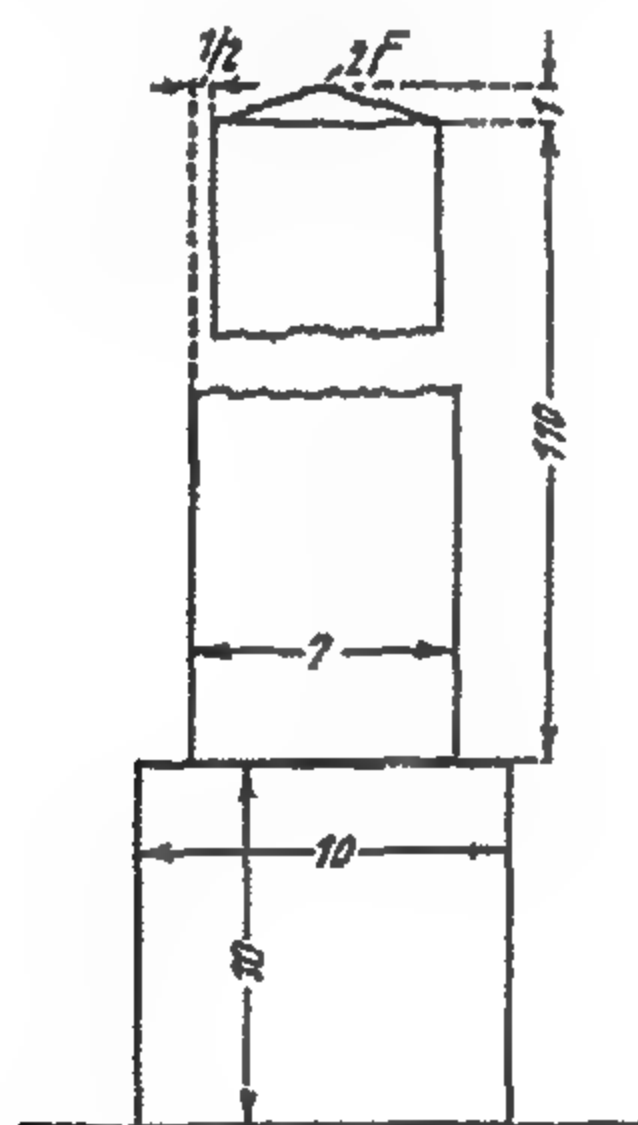
٥ - تعرض لنا بردية أنستازى الأول Anastasi I مسألة عملية تتعلق بأسلوب نقل المسلة:

".. هناك مسلة قاربت على الانتهاء... ويبلغ ارتفاع جذعها (إون ن خنت iwn n hnt، "عامود دعم pilier الواجهة") ١١٠ أذرع، وقاعدتها ١٠ أذرع، و٧ أذرع لطرفها. ويبلغ الميل le fruit ذراعا وإصبعًا. ويبلغ ارتفاع الهرم الصغير (بنبت bnbnt) ذراعا، والجزء المدبب ٢ إصبع. فلتحسب عدد الرجال اللازمين لعملية الجر، وعليك بإرسالهم إلى الجبل الأحمر..".

نحن الآن فى عصر تحوتموس الثالث (١٥٠٤-١٤٥٠ ق.م) إن الارتفاع الذى يبلغ ١١٠ أذرع يساوى حوالى ٥٧ مترا. وكلمة "لا مونتاني روج La montgne rouge" ترجمة فرنسية بنفس المعنى تشير لمحجر جبل الأحمر Gebel el – Ahmar قرب القاهرة. ولم يقم الكاتب بإجراء الحسابات.

ولابد من وجود حوالى ١١٧٠ رجلا لتأمين عملية نقل المسلة المشار إليها. ولم يقم الكاتب بإجراء الحسابات.

لقد كان يتم الإنتهاء تماما من نحت المسلات والحفر عليها وتلميعها فى المحجر (انظر إهداء مسلات الملكة حتشبسوت)، ثم يتم تحميلها على زلاجات خشبية، لتمر خلال طرق مبلطة، ومجهزة خصيصا لذلك الغرض، إلى شاطئ النيل. ومن هناك، تنقلها صنادل ضخمة بجوار الساحات التى سيتم نصبها فيها. ولابد أن الصندل الذى حمل مسلتى حتشبسوت بالطول، وطرفاهما مواجهان لبعضهما البعض، كان طوله يتعدى الثمانين مترا، ويقوم باصطحابه وقطره أكثر من ٣٠ لنش قاطرة مزودًا بالمجاديف. وكان الصندل دون صوار، ومزودا بأربع دفات (دومان) متينة لتوجيهه فى الماء، كما كان كل لنش قاطرة مزودا بالمجاديف، وبصار صغير (يتم تثبيت حبل الجز به) لجره من خارج المياه halage. وعلى صفحة المياه، تتضافر عدة قوى فى آن واحد لتحريك القوارب: قوة الطفو لأرشميدس، دفع الريح، قوة دفع فيضان مياه النيل، والتى ترفع منسوب المياه بطريقة طبيعية، ثم الطاقة البشرية للتجديف وجر القارب.



شكل ١٠٤: المسلة حسب المعطيات الرياضية لبردية أنستازى الأول Anastasi (١٤,٨ - ١٦,٥): أوتو نويجباور Otto Neugebauer، هندسة النصوص الرياضية المصرية Die Geomerie der agyptischen mathematischen Texte فى "نصوص ودراسات.. Quellen und Studien..", برلين، ١٩٣١، ص. ٤٤١.



٦ - المسلة والثقافة: كانت المسلة، تلك الكتلة الحجرية، المنتصبة كاللهب المشرب نحو عنان السماء، تتألق تحت الضوء المبهر، لتفرض سطوتها على الأمكنة المرتعشة تحت وهجه السحري: المعبد، المدرجات، الأروقة، المقر الملكي، أشجار النخيل، الحقول المخضبة بالخضرة والذهب، والنيل الأعجوبة. لتبدو وكأنها شعاع سماوي متجمد أرسله الإله رع نفسه، وهو يفيض بنعمه على البشرية!

والجزء الأساسى من المسلة هو الهرم الصغير أو القمة المدببة Pyrmidion، وكان من الذهب أو المعدن المذهب. وواجهاته على هيئة مثلث متساوى الساقين، ترمز إلى مثلث ساطع من الأشعة الساقطة من الشمس إلى الأرض. وفى الواقع، كان المصريون القدماء يرمزون بالمثلث المتساوى الساقين إلى الضوء الإلهى المنبعث من فلك البروج lumière zodiacale.

وقد حدثنا بلين القديم Plin L'ancien (٢٣-٧٩)، وكان عالما طبيعيا ذا روح موسوعية، عن صدى ذلك التقليد المصرى الموروث حول الخاصية الشمسية للمسلة: فالمسلة، وقد كُرسَت للشمس، كان يتم تصنيعها على صورة أشعة الشمس (بلين القديم Plin L'ancien، التاريخ الطبيعى "Obeliscos vocantes, Solis :XXXVI,14,1,Histoire naturelle numini sacratos. Radiorum ejus argumentum in effigie est et ita (significatur nomine Aegyptio."

وهناك كتابة من عصر تحوتمس الثالث (١٥٠٤-٤٥٠٠ ق.م) يقدم فيه الخبز والجعة (البيرة) للمسلات. وكان يطلق على عملية التكريس لإله الشمس رع للمسلات: "قيام رع".

ولقد كان ذلك علامة للحياة، لإعادة الميلاد، وللدينامية الكونية dynamisme cosmique.

ومن ثم، فإن المسلات التي تزين الأماكن الكبرى في مختلف العواصم الأوروبية والأمريكية، تكون قد انتزعت من سياقها الاجتماعي الثقافي، والطقسي الأصلي.

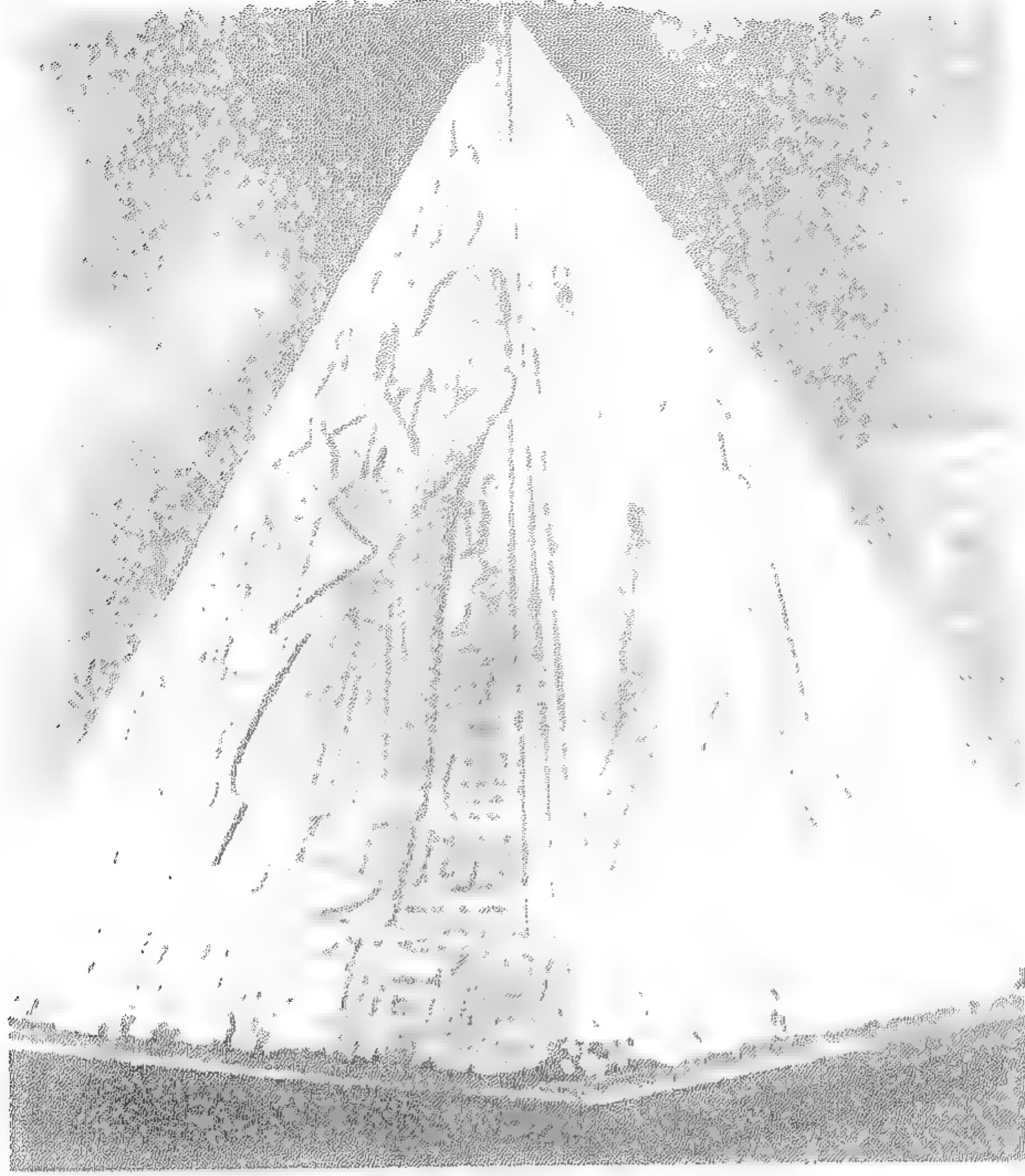


شكل ١٠٥: مسلات تحوتمس والملكة حتشبسوت مسلات من الجرانيت الأحمر لتحوتمس الأول (١٥٣٠-١٥٢٠ ق.م) والملكة حتشبسوت (١٥٠٤-١٤٨٣ ق.م)، ابنة تحوتمس الأول.

وهاتان المسلتان تنتصبان أمام البوابتين الرئيسيتين ٤ و ٥ لمعبد آمون في الكرنك. ولما كانت تلك المسلات تقام في أزواج، فلا بد أن يكون هناك أربع منها.



شكل ١٠٦: مسلة الملكة حتشبسوت (١٥٠٤-١٤٨٣ ق.م)، ارتفاعها ٣٠ متراً، ويبلغ وزنها حوالي ٣٢٣ طناً وعليها كتابة هيروغليفية محفورة بدقة ورهافة غير مألوفة وقد استغرقت عملية استخلاصها من محجر أسوان حتى إقامتها في الكرنك (طيبة) مدة سبعة أشهر فقط وقمتها المدببة Pyrmidion مغطاة بالذهب. والنص الموجود على تلك المسلة، والتي مازالت منتصبة في مكانها مثل الكرنك، يشير إلى منطقة النور على الأرض.



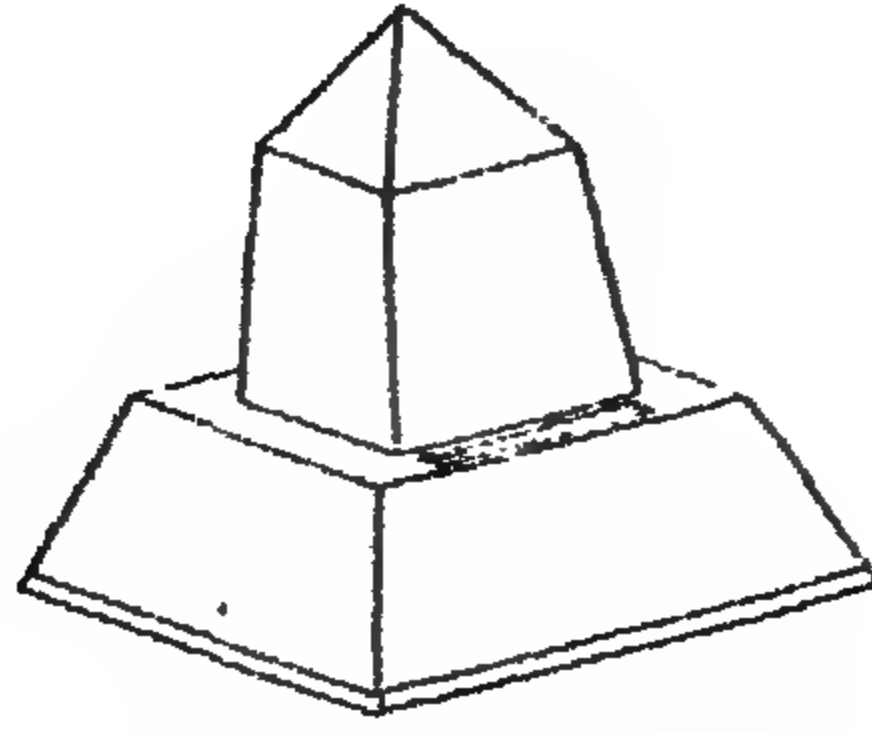
شكل ١٠٧: هرم راموس Ramose الصغير pyrmidion  
(بنيت bnbnt) في دير المدينة (حوالي عام ١٣٠٠ ق.م). والواجهات العرضية،  
وهي عبارة عن مثلثات عليها رسومات منفذة بدقة كبيرة.





شكل ١٠٨: صلاية الكاتب سيتى Seti (الأسرة التاسعة عشرة: حوالى عام ١٣١٢ ق.م)، محاسب شئون الماشية لآمون، والموضوعات المصورة على الصلاية هي: طقوس عبادة أو زيريس، القرابين الجنائزية للوالدين. موكب أعضاء الأسرة. وتلك الصلاية ذات تكوين مكتمل، وبها رسومات وأعمال حفر، وتنتهى بقمة مدببة pyrmidion، رمز أشعة الشمس المقدسة مثل المسلة.



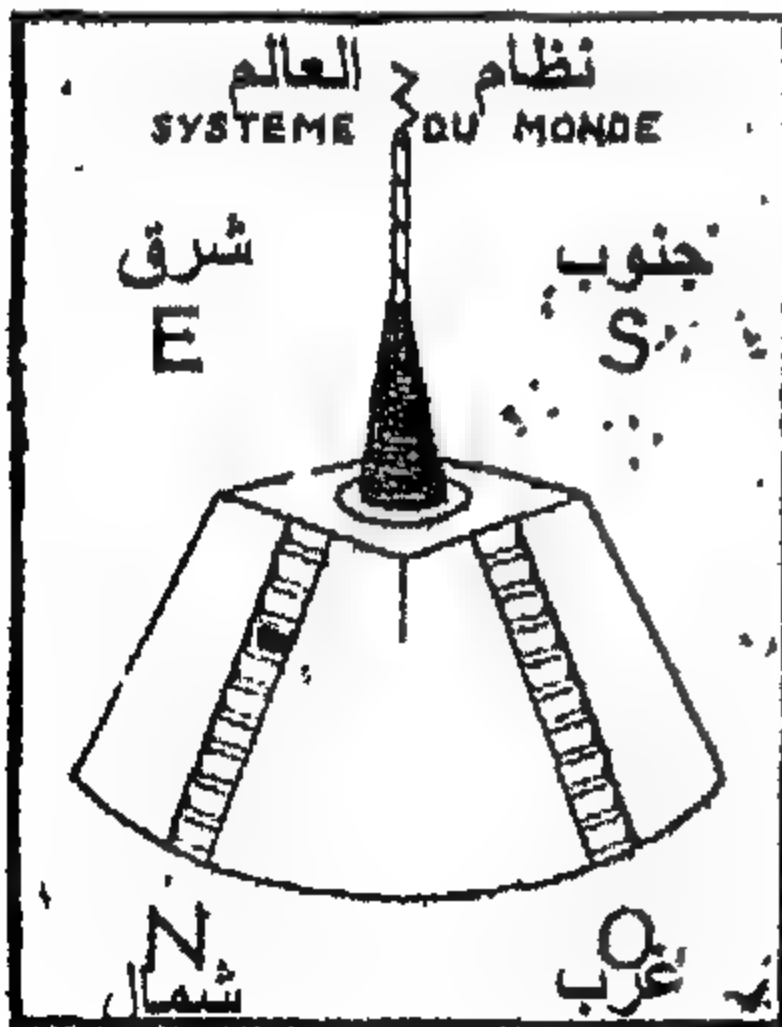


Le grand  
obélisque d'Aboúsir  
(reconstitution de M.  
Bonchard).

شكل ١٠٩: مسلة أبوصير الكبرى (تصور إنشائي لبوركهارت)، وقد دُمّرت تلك المسلة الآن تماما.

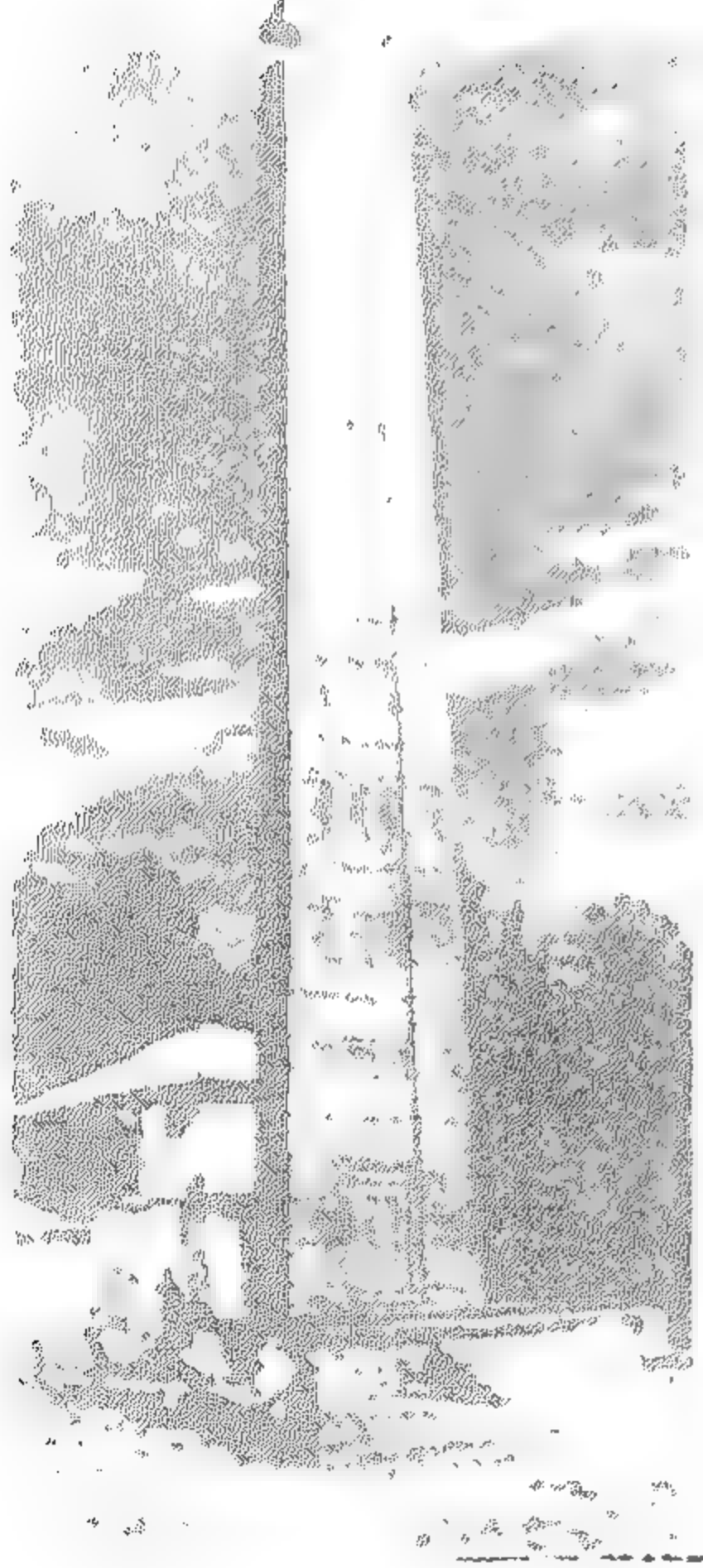
ظهرت المسلات في مصر للمرة الأولى في معابد الأسرة الخامسة (٢٤٥٠-٢٣١٠ ق.م).

وكانت مسلة أبو صير العملاقة تلك قد نحتت من كتلة ضخمة من الحجر الجيري، وأقيمت على قاعدة بناء ضخمة، حيث تم تجهيز منحدر من الداخل يؤدي إلى مصطبة على هيئة مدرج. واحتل الموقع مساحة تبلغ خمسين مترا لتهيمن المسلة منه على الصحراء المحيطة. وهنا لم يعد الإله محتجزا في ناوس Naos (محراب له مظلة من الجرانيت) داخل المعبد، بل أصبح يطل عليه من أعلى، حيث يرى على البعد، وكأنه هو نفسه الشمس. ولما كانت المسلة رمزا مجيدا للشمس، فقد أصبحت في ذاتها بالتالي نظاما للعالم، إبداعا لإله الشمس رع.



شكل ١١٠: الصرح المعماري المقدس الذي يمثل نظام العالم عند شعب الدوجون Dogon في مالي. وتمثل القاعدة الشمس، كما تستدعي المصطبة المربعة صفحة السماء. وكانت الدائرة الموجودة في منتصف المصطبة تمثل القمر وفي عمق تلك البنية، يوجد سلم يتكون من عشر درجات عند مركز كل جانب من جوانب المربع

تتوجه نحو الجهات الأصلية الأربع. وكل سلم من تلك السلالم الخارجية (يوجد أربعة سلالم) يدعم فئة من المخلوقات وكان متصلا بكوكبة نجوم Constellation. السلم الشمالى septentrional- les-Pléides (مجموعة الثريا) - الرجال والأسماك، السلم الجنوبى méridional- Baudrier d'Orion (حمالة سيف كوكبة الجبار) - الحيوانات المنزلية، السلم الشرقى - فينوس - الطيور، والسلم الغربى - صف النجوم الكبير - الحيوانات المتوحشة. وفي مركز الدائرة، تنتصب مسلة. إنها نفس الرؤيا للعالم، فى مصر القديمة ومالى ما قبل الاستعمار. انظر م. جريول M.Griaule، إله الماء Dieu d'eau، باريس ١٩٤٨، ص. ٤٠، وبعدها.

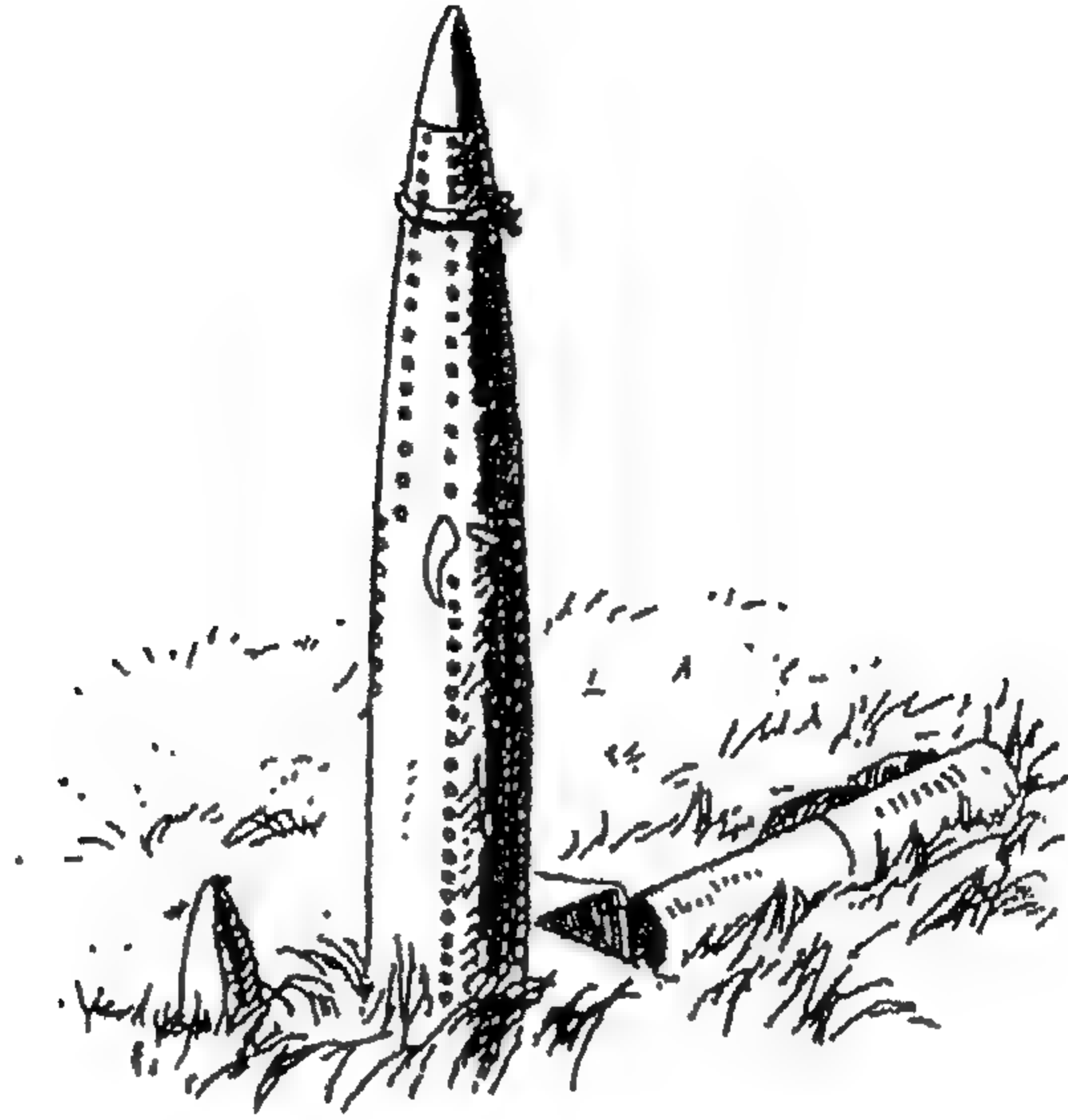


شكل ١١١: صلاية - مسلة أكسوم Axoum (Aksum)، إثيوبيا.

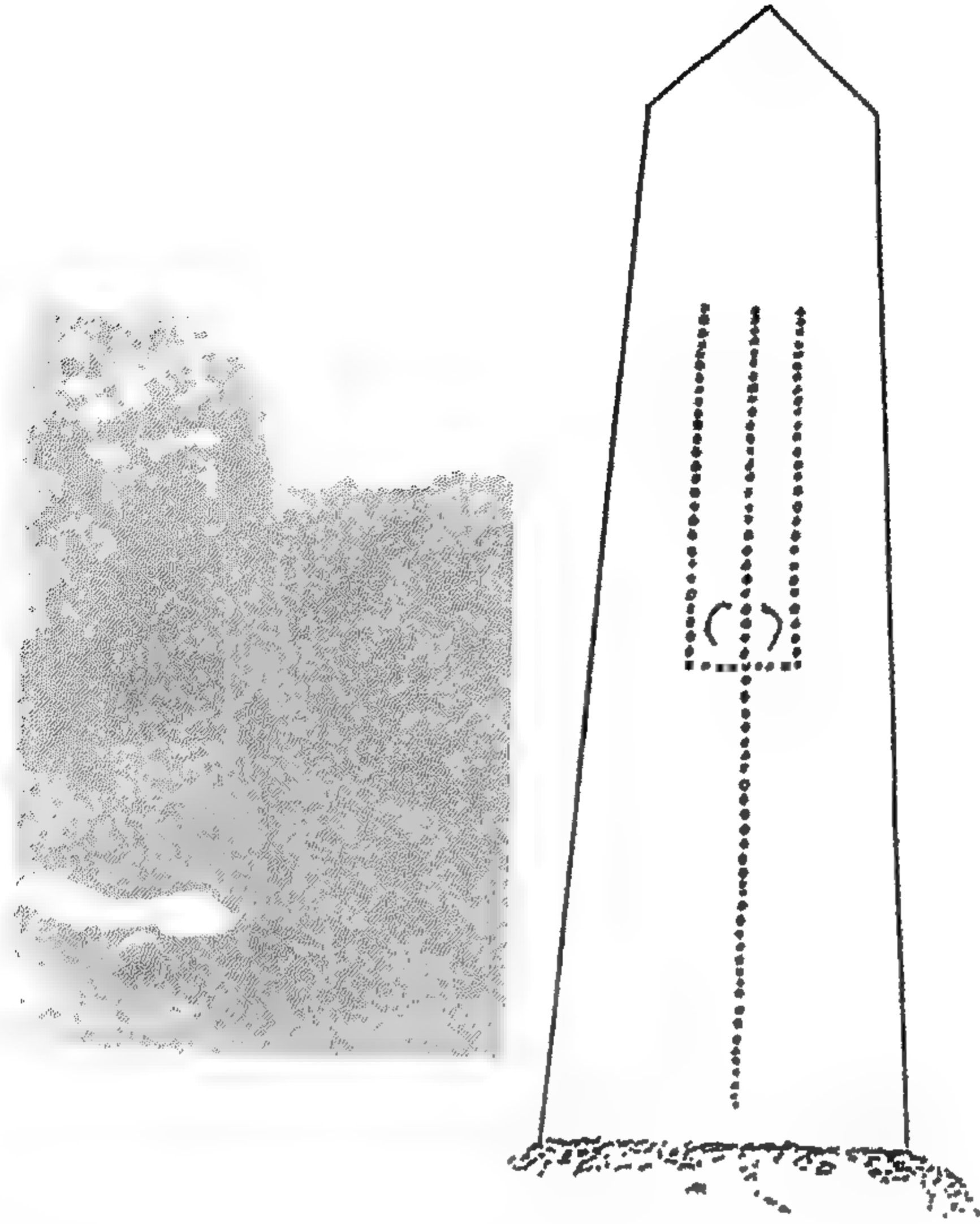
والديكور هو واجهة لأحد القصور. والقمة على شكل عقد cintré. والشكل العام والعلاقة النسبية بين الارتفاع وعرض القاعدة تذكرنا بالمسلات المصرية.

وبين ارتفاعات بيتا جيورجيس Beta Giorgis، وماى أو هو Mai- Ooho، نجد أن مسلات أكسوم Axomites كان يتم تنصيبها من كتلة جرانيتية واحدة (القرنان الثالث والرابع). وتنتصب الصلاية المسلة واقفة فى وضع رأسى،

ويبلغ ارتفاعها ٢٣ مترا، وكانت أطول تلك المسلات يبلغ ارتفاعها ٣٣ مترا. ومد لا شك فيه أن الفكرة المصرية للمسلة قد ألهمت أسلوب بناء وإقامة الصلايات - المسلات Stèles- obelisques فى إثيوبيا.



شكل ١١٢: مسلة يوروبا Yoruba، إيف Ife، نيجيريا الجزء المدبب عليه علامات ونقوش. وتلك المسلات المنحوتة من كتلة حجرية واحدة، يطلق عليها أوبا أورانيان Opa Oranyan. وتعتبر رموزا للإله رع الحى. ودائما الشمس. وكان يوجد ثلاث من تلك المسلات فى منطقة إيف، حوالى عام ١٩١٠: ر.إ. دينيت R.E.Dennett، دراسات نيجيرية، أو النظام الدينى والسياسى لليوروبا Nigerian studies or the Religious and political system of the Yoruba، لند ماكملان & وشركاه، ١٩١٠، الفصل الثانى، ص. ١٧-٢٧: "الإبداع والأحجار المقدسة فى إيف Ife Creation and sacred stones at Ife؛ للشكل المقلد، انظر ص ٢٤، الأصل.



شكل ١١٣: مسلة يوروبا: كان يوجد منها ثلاث في إيزول، شمال بينين، بدولة Kukuruku، وهناك أيضا ثلاث في إيو Iaiu، وثلاث في إيف، إلخ. وكانت تمثل دون شك ثالوثا إلهيا. والكلمة أو رانيان oranyan مركبة على النحو التالي: أو - را(ن) - يا (ن) o-ra(n)- ya(n)، وتعني: "رع الحى Ra vivant".

وهناك عبارة من يوروبا معروفة جيدا: أولى كوكو، أو دورو جيوان بى أوبا أورانيان، وهى تفهم على النحو التالى: "إن ذلك ليبدو قويا ومتينا أيضا، وهذا يمكن واقفا فى صلابه مثل مسلة رع الحى".

وفى مصر القديمة وفى دولة يوروبا (جزيرة إيف)، كانت المسلات من الحجر. وحول هذا السؤال كله، انظر ج. أولوميد لوكاس J. Olumide Lucas، الديانة فى يوروبا the religion o the Yoruba، لاجوس، مكتبة C.M.S.، ١٩٤٨، ص. ٣٠٤-٣١٠.





## XXVII

### المنحدر

## Rampe

١ - المنحدر **Rampe**: هو عبارة عن إنشاء مائل *inclinaison*، انحدار من أسفل لأعلى قائما على الامتداد: فهو يعتبر سلما مائلا.

وقد كان المنحدر المصرى القديم عبارة عن إنشاء مركب مائل، مستوى ذى ارتفاع يعمل كدعامة لإنشاء الصروح المعمارية الضخمة (الأهرام، المعابد،.. إلخ) فى مكان تكويم وتكديس الأخشاب، مواد ذات ندرة فى مصر.

ولكى يتم تجهيز المنحدرات والميول، كان المصريون القدماء يستخدمون أسلوب تعاقب مداميك من الطوب اللبن المجفف ومن طيقات من جذوع وسعف النخيل، والبوص، أو الجديلات *tressages*.

٢ - لقد تخيل علماء المصريات والمعماريون المحدثون العديد من أنواع المنحدرات التى ربما استخدمها المصريون القدماء فى بناء الأهرامات:

- المنحدر المستقيم *droite* (جان فيليب لاور *Jeean-philippe Lauer*) حيث كان العرض متناسبا مع عرض المداميك *assises*، مع ملاحظة أن كمية الأحجار الصاعدة تقل كلما تناقص قطاع الهرم.

- المنحدر اللولبى *hélicoidale* (متحف بوسطن، ويلر *wheeler*، جورج جويون *Georges Goyon*.. إلخ.): وكان هناك العديد من أشكال المنحدرات، التى يتم لفها حول الكتلة الإنشائية أولا بأول مع تقدم العمل، وكان العمل يتم بعد ذلك فى خطوات عكسية للإنهاء.

- المنحدر المغطى couvrante (فليندر بيتري flinders Petrie): كانت مجموعة الأهرامات مطوّقة بكوم مهول من الرد مكان يستخدم للمرور عليه. إن ذلك لا يخرج عن كونه مجرد فروض تحتمل الصدق على وجه التقريب.

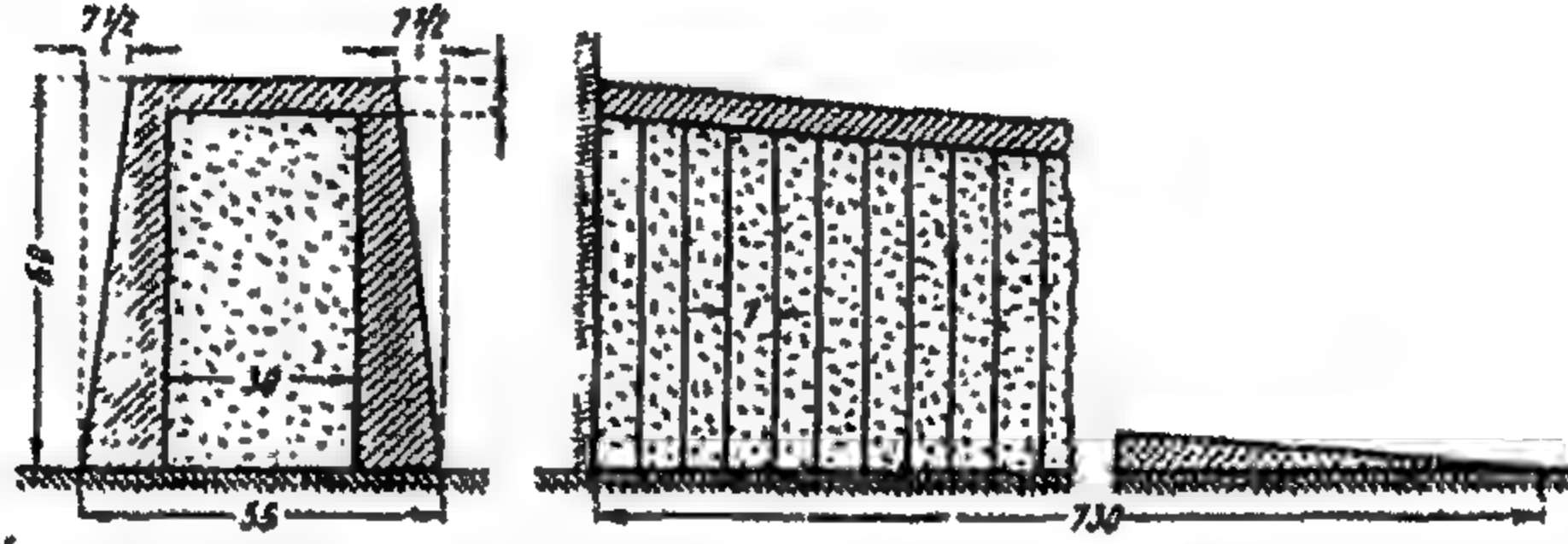
٣- ورغم ذلك، فقد عثر على بقايا آثار المنحدرات في مصر: رُفِعَت بقايا منحدرات إنشائية شرق هرم ميدوم، والجزء من المنحدر الذى مازال موجودا بجوار الجانب الداخلى للبوابة الأولى غير المكتملة فى مدخل الكرنك (شكل ١١٥... إلخ).

٤- وقد تأكد أسلوب إنشاء المنحدر من الطوب اللبن من واقع النصوص المصرية نفسها. وخاصة فى بردية أنستازى الأول، ٢,١٤ - ١٤,٨، فى عصر الدولة الحديثة (١٥٦٧-١٠٨٥ ق. م):

"سيتم إنشاء منحدر بطول ٧٣٠ ذراعا، وعرض ٥٥ ذراعا، ويحتوى على ١٢٠ حجيرة مملوءة بالأخشاب والبوص، وترتفع حتى ٦٠ ذراعا بجوار الجانب العلوى (جانب القمة: حر.د3د3.ب hr.d3d3.f "تحو رأسها")، وبمقدار ٣٠ ذراعا فى الوسط (حر-إب.ف، hr-ib.f "فى قلبه"، عند وسطها. وكل حجيرة بطول ٣٠ ذراعا، وعرض ٧ أذرع، وارتفاع جدارها Chaussée. ترى كم كان يلزم لها من أعداد الطوب؟

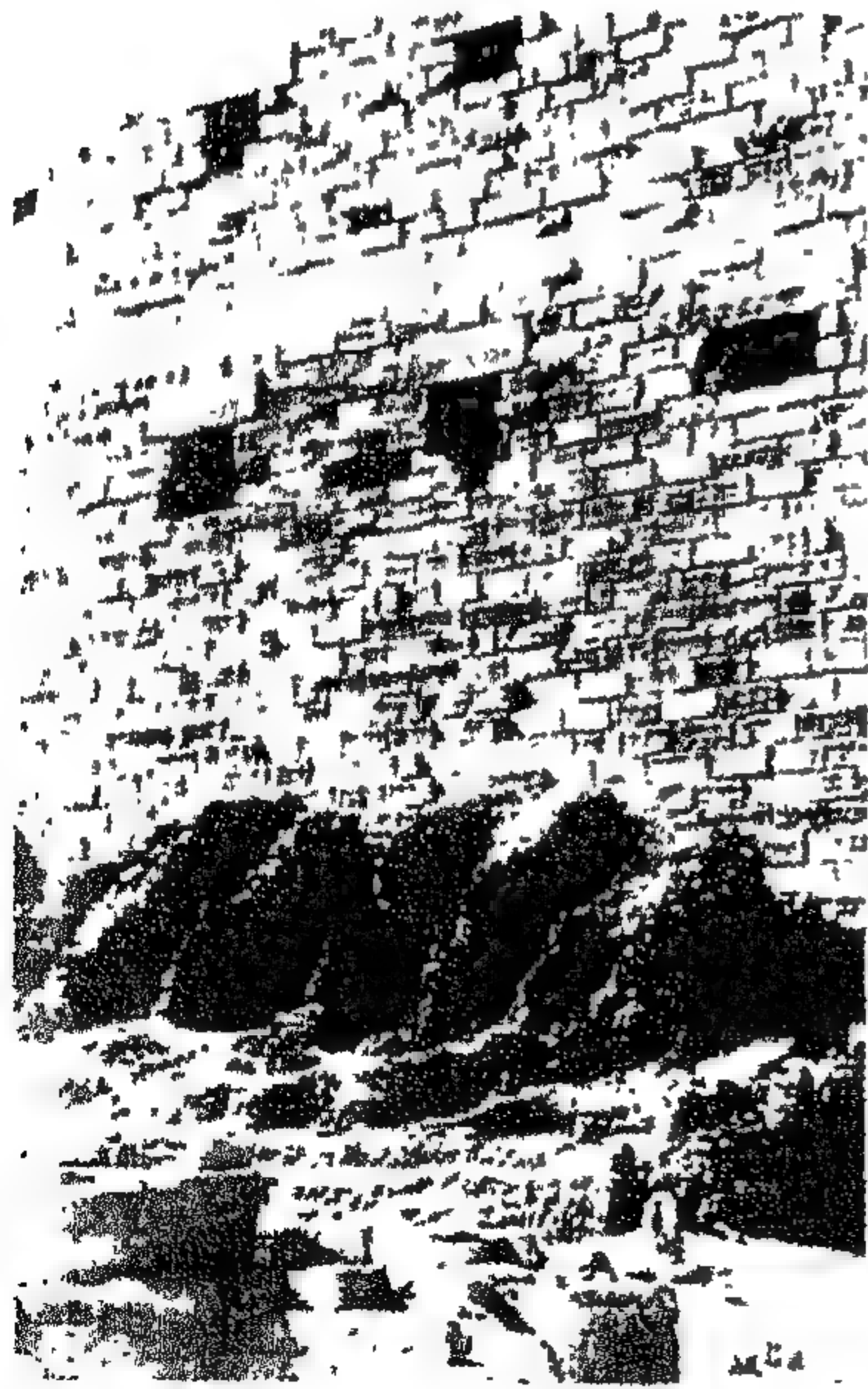
ولقد كانت مقاسات الطوبة المستطيلة فى عهد الدولة الحديثة، والتى اكتشفها فليندرز بيتري ١٨٤، ٨١ × .، ١٤٨، ٧٢ × . (جوستاف جيكويه Gustave Jéquier، موجز علم الآثار المصرية، عناصر العمارة Manuel d'Archéologie égyptienne. Les éléments de l'architecture، باريس، أ.بيكار A.Picard، ١٩٢٤، ص. ١٥).

ومن الممكن حساب المساحة الكلية للمنحدر، ثم مساحة حجيرات الطوب والتي يبلغ عددها ١٢٠، والمملوءة بالخشب والبوص على التناوب، ومنذ ذلك الوقت، كان يتم حساب أعداد الطوب في كل حجرة، ويبلغ ١١٦ طوبة. وبذا يكون العدد الكلي للطوب في المنحدر: ١٣٩٢٠. على أن الكاتب المصري لم يقم هنا بالحساب.



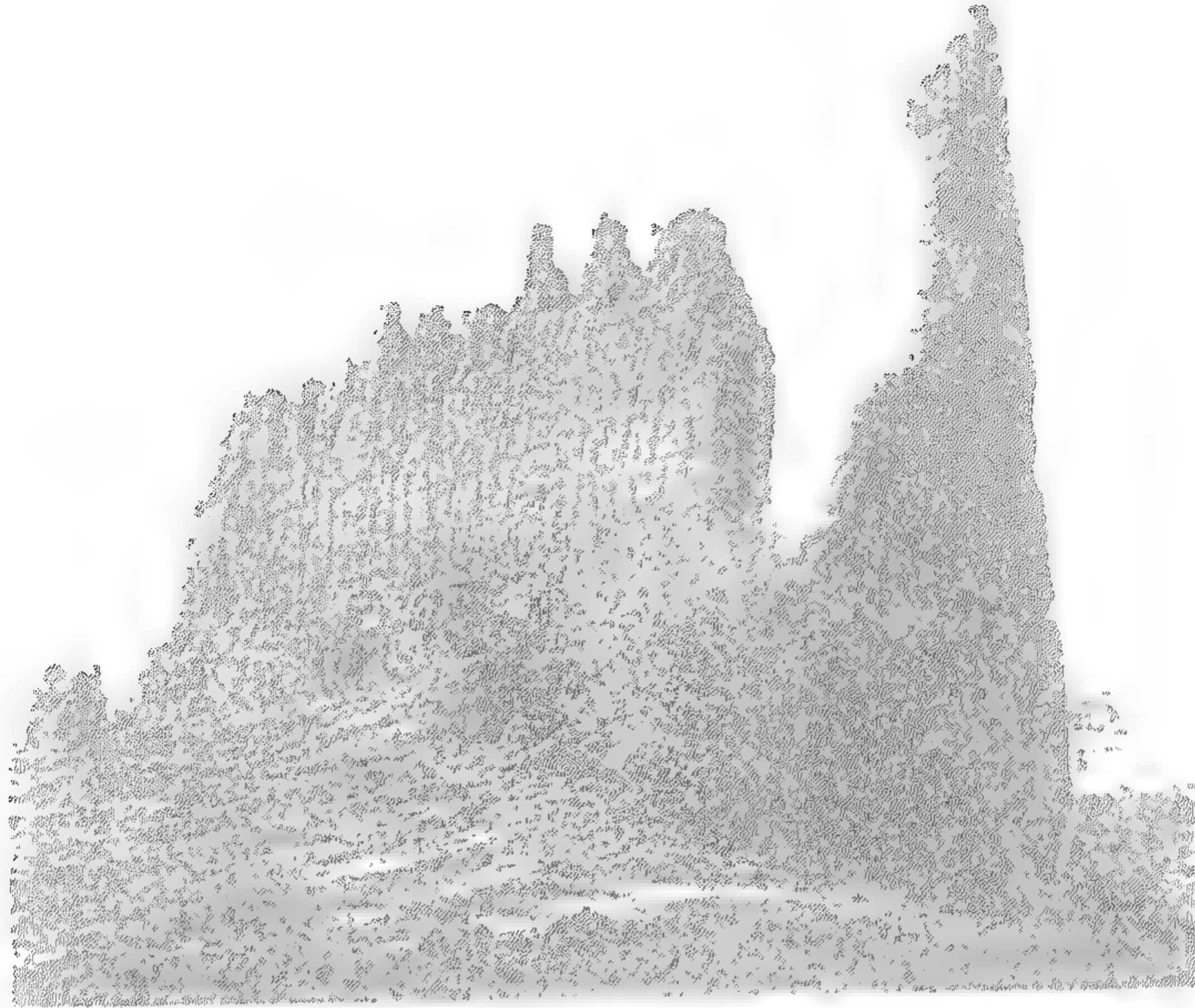
شكل ١١٤: المنحدر حسب المعطيات الرياضية لبردية أنستازى الأول (١٤,٢ - ١٤,٨):

أوتونويجباور Otto Neugebauer، هندسة النصوص الرياضية المصرية القديمة Die Geometrie der ägyptischen mathematischen Texte، مرجع سبق ذكره (١٩٣١)، ص ٤٤٢.



شكل ١١٥: منحدر من أكوام الطوب اللبن ظل جزء منه باقيا على الواجهة الشرقية للبوابة الرئيسية الأولى للمعبد الكبير في الكرنك، ولقد كان هذا المنحدر يستخدم لإنشاء الصروح المعمارية. وهناك شواهد مؤكدة على استخدام المنحدرات على مدار العصور المختلفة منذ الدولة القديمة (٢٧٨٠-٢٢٨٠ ق.م).

المصدر: إ.إ.س. إدواردز I.E.Edwards، أهرامات مصر Of Egypt The Pyramids، بنجوين، طبعة ١٩٨٧ (الطبعة الأولى ١٩٤٧)، لوحة رقم ٦٢.

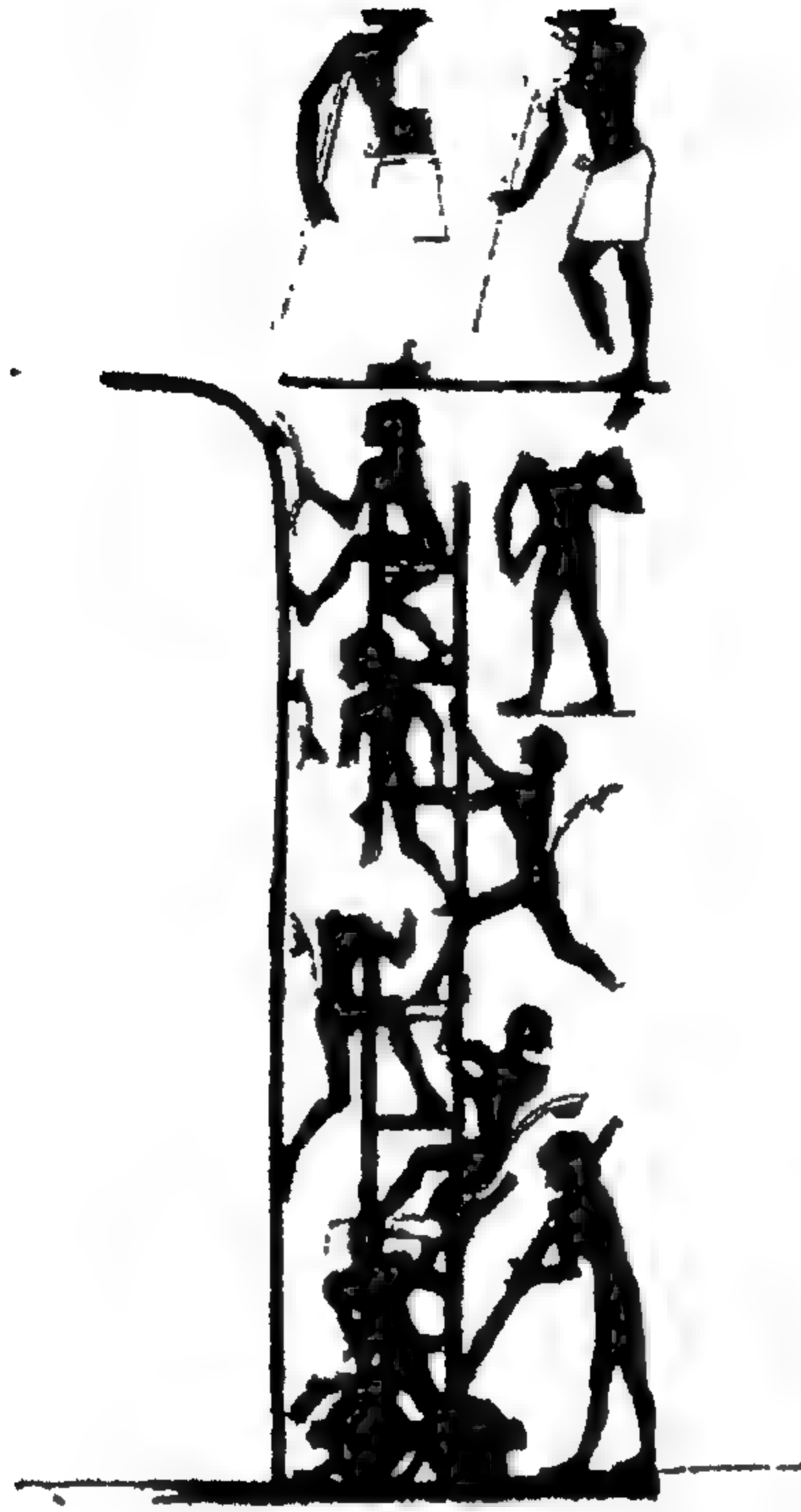


أطلال قصر الملك أجادجا Agadja وقد انهار منذ زمن (أبومي Abomy)

شكل ١١٦: كان الملك أجادجا فاتحا كبيرا ومعروفا للقادمين إلى أفريقيا في القرن السابع عشر تحت اسم "ترودو Troudo". وقد وصل إلى البحر، لكي يؤمن التجارة مع الأوروبيين. وفي عام ١٧٢٧ أمر بقياس مساحة مملكته في اتجاه الجنوب، من قصر دانهومي Danhomè (داهومي) حتى شاطئ كيدا Quidah: وقد وجد أنها ٢٣٥٠٢ قضيب خيزران Bambous (حوالي ٢٠مترا). ولا بد أن قصر أجادجا كان صرحا ضخما من واقع الأطلال الباقية منه، ولا بد أنه قد كان من الضروري بناء منحدرات أو سلالم.

المصدر: ب. ميرسيه P. Mercier، حضارات بنين Civilisations du Bénin، الجمعية الأوروبية لنشر المطبوعات المصورة الحديثة Société Continentale d'Éditions Modernes Illustrées، باريس، ١٩٦٢، ص ٧٥.





شكل ١١٧: سلم: حفر بارز فى مقبرة كيمحيسيت (Kaehesit) Kaemheset، عند سقارة، ترجع للأسرة الخامسة (٢٤٥٠-٢٢٩٠ ق. م) والسلم من النوع النقالى، يتكون من دعامتين تتصلان بقضبان عرضية فيما بينهما. ويرتكز السلم على عجلتين للثقل به من مكان لآخر بسهولة.

ويطلعنا سلم كيمحيسيت النقالى ذو العجلات هذا على أن العجلات كانت معروفة فى مصر منذ الدولة القديمة.

المصدر: س. كلارك، ور. إنجلباخ S.Klarke et R. engelbach: فن البناء المصرى القديم، صناعة البناء. The building Craft Ancien Egyptian Masonary، لندن، همفرى ميلفورد Humphrey Milford، ١٩٣٠، شكل ٨٣.

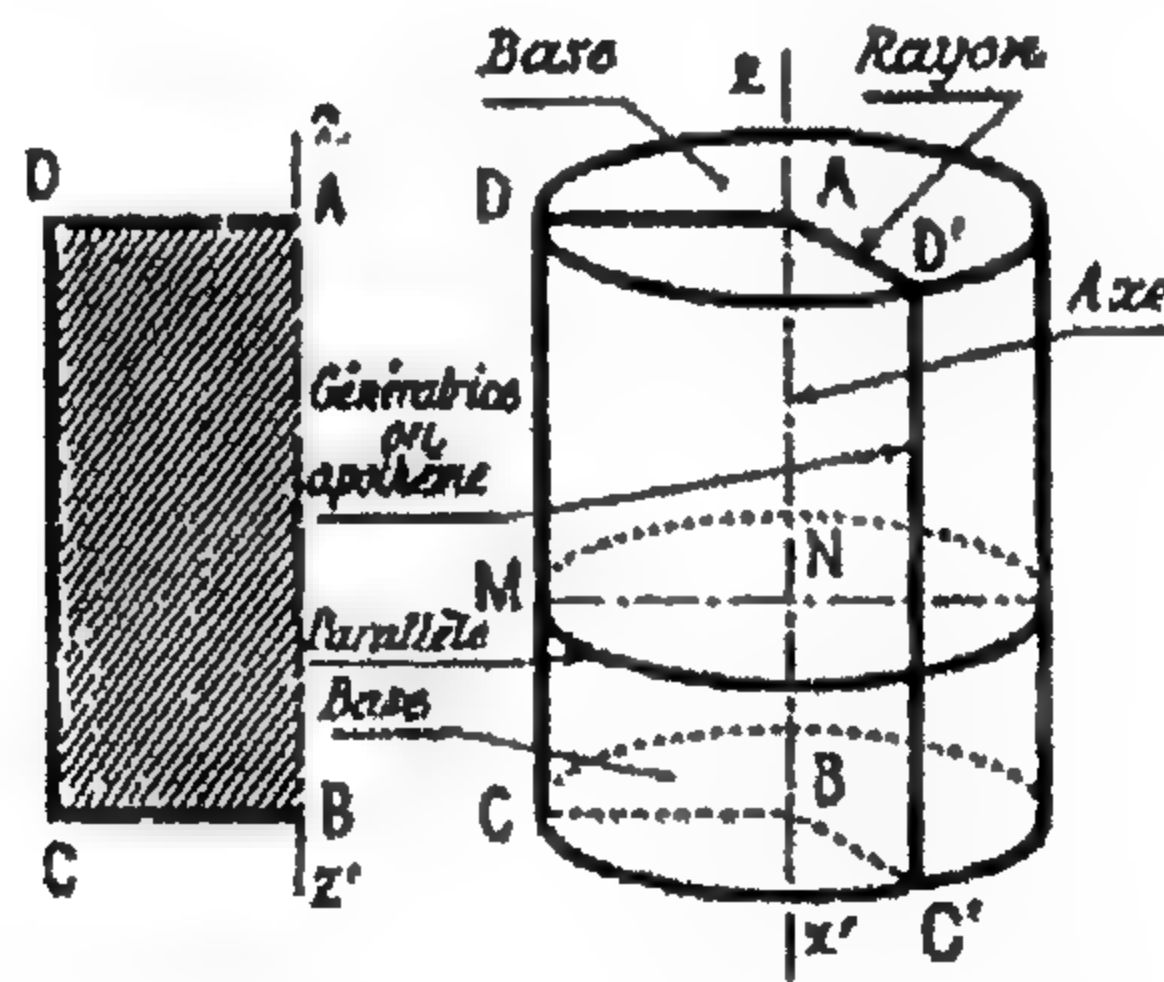




## الإسطوانة

# Cylindre

١ - الإسطوانة **Cylindre** (فى اللاتينية **cylindrus**، مستعارة من اليونانية كوليندروس **kulindros**، بمعنى لفيفة أو ملف **rouleau**، والمشتقة من كوليندو **Kulindo** "يلف أو يدور **rouler**"، "ملفوف **etre roulé**" مستدير فى استقامة، والإسطوانة المسمطة **solide** تتولد من دوران مستطيل حول أحد جوانبه. وفى محاولته لتجديد مفردات اللغة، أطلق جيرارديسارج **desargues Girard** (١٥٩٣-١٦٦٢) على الملف **rouleau** لفظ المسمط الإسطوانى أو المخروطى **Solide Cylindrique ou Conique**.



شكل ١١٨: الإسطوانة عند دوران المستطيل ABCD حول المحور AB،  
تتولد إسطوانة: إسطوانة دوران أو إسطوانة دائرية مستقيمة.  
والجانب الثابت AB هو محور الإسطوانة.

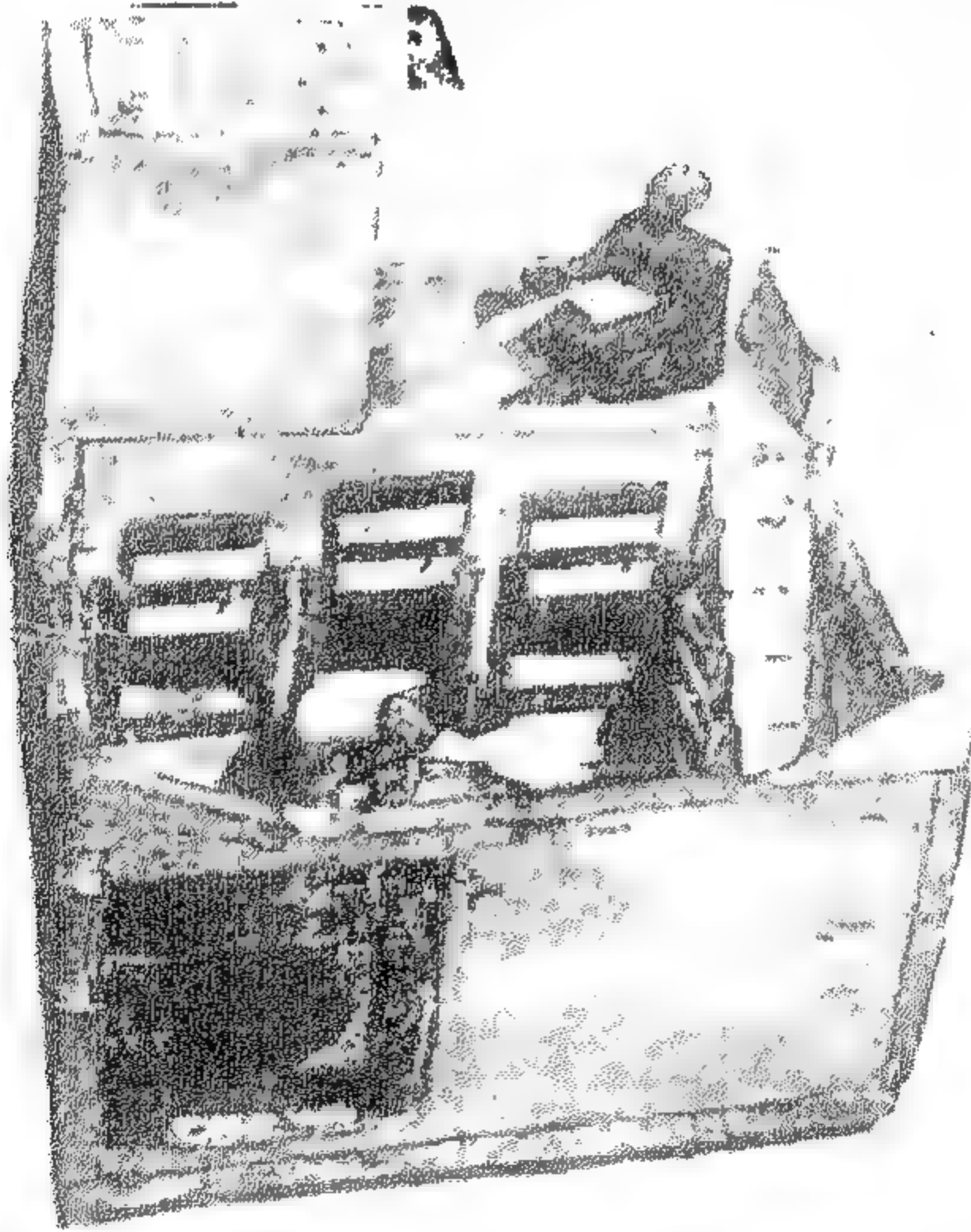
وتولد الواجهتان AD، BC دائرتين متساويتين حيث تكون مستوياتها متعامدة على المحور AB.

وهاتان الدائرتان هما القاعدتان، والمسافة بينهما هي ارتفاع الإسطوانة.

٢ - وفي اللغة الرياضية المصرية القديمة كان يقال للإسطوانة الدائرية المستقيمة  $\text{𓆎} \text{𓆏} \text{𓆐} \text{𓆑}$  s3 dbn, shaä deben؛ حرفيا: وعاء مستقيم (shaä)، دائري (deben).


هذا وتترجم الكلمات S3 dbn Shaä deben على النحو التالي "شونة الغلال المستديرة"، وهو ما يمثل سخرية تعكس المفهوم. إذن أين كلمة "شونة الغلال grenier" في التعبير شى دبن s3 dbn ؟

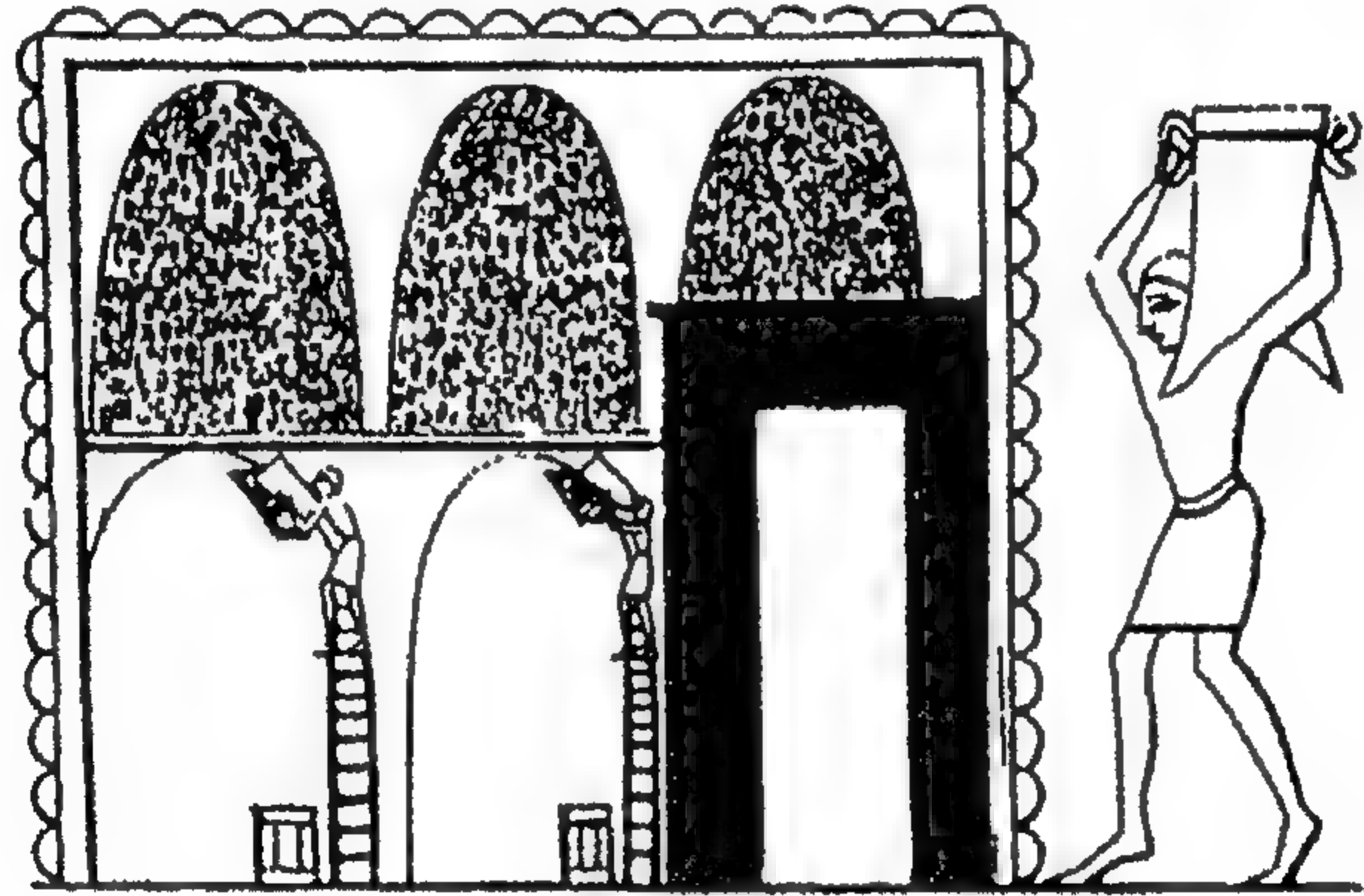
ففي اللغة الفرعونية نجد أن الكلمة التي تعنى شونة الغلال هي:  $\text{𓆎} \text{𓆏} \text{𓆐} \text{𓆑}$  سنوت، سحिनوت snwt, shenout (جاردينيه: قواعد اللغة المصرية القديمة Egyptian Grammar، ص ٤٩٨، وص ٥٩٥).



شكل ١١٩: نموذج لشونة الغلال (سنوت، سحिनوت snwt, shenout) من عصر الدولة الوسطى (٢٠٥٢-١٧٧٨ ق.م). العرض ٤٤ سم. المتحف البريطاني (رقم ٢٤٦٣).

ولقد كان المصريون القدماء يقومون بتخزين مختلف أنواع الغلال فى (صوامع) منفصلة. وكانت كل صومعة مزودة بباب منزلق قرب منسوب سطح الأرض. وفوق السلم كان هناك حارس لمراقبة حركة الغلال الجاهزة، بينما يقوم عامل آخر بطحن الغلال فى الفناء.

وإذن، فعندما تتم ترجمة الجملة  شيس دبن سحا ديبين s3c dbn shaä deben ب "شونة غلال مستديرة"، بدلا من إسطوانة دائرية مستقيمة، يكون المعنى معكوسا. ولماذا يكون ذلك النموذج من شونة الغلال "شونة مستديرة"؟ فالشونة المصرية النموذجية كانت عبارة عن مجمع معقد من الصوامع Silos، ويضم فناء، وسلما، وإنشاء للمراقبة للسيطرة والتحكم فى تداول الغلال.



شكل ١٢٠: فناء يضم شونَ الغلال وأكوام (رحى meules على شكل مخروطى) القمح.

المصدر: هاينريش شيفر Heinrich Schäfer قواعد الفن المصرى Principles of Egyptian Art، تحرير إيمابرونر ترويت Emma Brunner Traut، وترجمة جون بينيز John Baines مع مقدمة بقلم إ.ه. جومبرتش E.H. Gombrich، أكسفورد، معهد جريفيث Griffith Institute، ١٩٨٦، ص ١٣٦.

ومن الممكن أن نرى من ذلك الشكل كيف تشبه الشون الشكل الإسطوانى. ويتم التخزين فيها من أعلى (من خلال فتحات مستطيلة)، وذلك بمساعدة سلم، وتتم عمليات السحب والتفريغ من أسفل. والواقع أن تلك الشون ليست إسطوانية الشكل: "...the actual granaries were dome-shaped القباب (جاردنر gardiner، قواعد اللغة المصرية Egyptian Grammer، ص. ٤٩٨). (وقد تم مراجعة من الترجمة بمعرفتنا)

ويعنى ذلك أن الشون كانت على هيئة نصف الكرة demi-sphère، أى شكل إسطوانى كرى Cylindro- sphérique. ولذا لم تكن شون الغلال المصرية القديمة مستودعات إسطوانية الشكل تماما: إنها لم تكن إسطوانية بالمفهوم الهندسى والرياضى للمصطلح.

وعلىنا أن نلاحظ أيضا أن السلم كان موجودا فى مصر منذ الدولة القديمة، وأن الكلمة لا علاقة لها باللغة السامية:

فى اللغة المصرية القديمة ماكت، ماكيت m3kt, maqet, maket "سلم" فى اللغة العبرية سُلَم Sullam "سلم échelle" فى اللغة العربية سُلَم سُلَم (ون) Sullamun "سلم échelle" فى اللهجة اللبنانية العامية ساللوم sellom "سلم échelle" أنواع شون الغلال خارج نطاق وادى النيل. وهى تخص شعوب السينوفو Senouf (أو السينا siena) والذين يحتلون منطقة تتقاسم اليوم جزءا من ساحل العاج، ومالى وبوركينا فاسو.



شونة إسطوانية



شونة بيضاوية



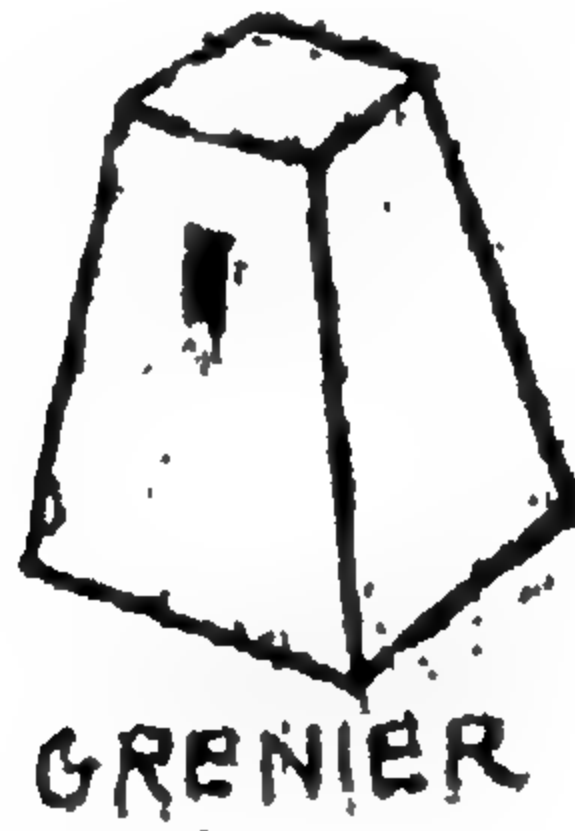
شونة مستطيلة

شكل ١٢١: يلاحظ أن أنواع الشون الثلاث لها سقف مخروطى وهى مستقلة عن المناطق السكنية. وتستخدم لحفظ الحبوب: الأرز، الذرة الصفراء mil، الذرة البيضاء sorgho، والإنام ignames، ويتم إزاحة الغطاء للسحب منها. وأحيانا ما تزود بفتحة مستطيلة تحت السقف بقليل.



وأنواع الشُّون الثلاث يتم بناؤها مثلها مثل الأكواخ البدائية، من أنواع من الطوب اللبن ذي مقاسات صغيرة، أو من الطين الرخو molle غير المشكل، وعليه طبقة ملاط من الداخل والخارج، ويتم رفعها عن الأرض بكتل ضخمة من الحجارة ترتكز عليها: ثلاث كتل حجرية للشون الإسطوانية والبيضاوية، وأربع للشون المستطيلة. ولكل الشون تقريبا، نجد على إحدى واجهاتها عدة وجوه لها، ونحتا بارزا يمثل أشكالا، تكون ملونة أحيانا، وتتنوع الشون الإسطوانية والمستطيلة في الطول من ١ إلى ٣ أمتار، وأحيانا أكثر. وهناك بعض منها منشأ بمهارة عالية يضيق عند القمة عنه عند القاعدة. وتزود الشون التي يزيد طولها على الشخص العادي بسلم.

انظر "موريس ديلافوس Maurice delafosse، شعوب سينا أو سنوفو le peuple Siéna ou Sénoufo إلى مجلة الدراسات الإثنية والسوسولوجية revue des Études Ethnographique et Sociologiques، باريس، رقم ٢، فبراير ١٩٠٨، ص ٨٩، ٩٠، واللوحة ٥.



شكل ١٢١ مكرر: شونة

شونة دوجون dogon

إله الماء، باريس، منشورات شين Éditions Chène، ١٩٤٨، ص. ٥٣.



شكل ١٢٢: وعاء للكحل Kohl من الخزف المزخرف. الارتفاع: ٥ سم.  
الدولة الحديثة، الأسرة الثامنة عشرة.

(متحف) القاهرة رقم: jE 31244=cg 3979.

وقد كان استخدام أوعية أو أنابيب الكحل منتشرا في الدولة القديمة (٢٧٨٠-  
٢٢٨٠ ق.م)، إلا أنه لم يصبح موضة إلا في الدولة الحديثة (١٥٦٧-١٠٨٥  
ق.م). والكحل Kohl هو مسحوق خضاب للعين.

وهذا الوعاء عبارة عن إناء (شئ S3) دائري (دبن dbn)، أي إسطوانة  
مصمتة، إسطوانة، "لفيفة rouleau"، إذا ما استعرنا لغة ج. ديسارج  
Desargues (١٥٩٣-١٦٦٢)، وهو رياضى فرنسى ولد في مدينة ليون، وقد  
درس الهندسة البحتة، والمنظور، وفنون نحت الحجر.

والإسطوانة هنا على أرض الواقع، عبارة عن مجموعة من الدوائر  
المتساوية (والمتوازية) تتعتمد مستوياتها على محور يمر بمراكزها على التوالي،  
وهي القواعد، أما المسافات بينها فهي ارتفاع الإسطوانة.

ولذا فإنه من الضروري إجراء التصحيحات التالية:

س3 dbn, shaa deben سحى ديبين "إسطوانة دائرية مستقيمة"، وليست "شونة بقاعدة مستديرة". أين كلمة "شونة grenier"؟، وأين كلمة قاعدة "base"؟

س3 ifd, shaa ifed سحى إفيد "منشور قائم الزاوية" أو "مكعب"، أو متوازي مستطيلات قائم الزاوية حسب الحالة، إلا أنه لا يمكن أن تكون الترجمة شونة مربعة grenier carré إطلاقاً. أين هي كلمة شونة grenier؟

س3... سحى، "حيز espace"، "حجم volume"، وليس "شونة قمح". أين كلمة شونة، على الأقل: "حجم من القمح".

س3... سحنوت، سحنوت snwt, shenout، "شونة grenier"، على الأقل: "حجم من القمح volume de blé". والعادة التي جرت بالترجمة على النحو التالي: "شونة مربعة grenier carré"، و"شونة مستطيلة grenier rectangle"، و"شونة مستديرة grenier ronde"، و"شونة بقاعدة مستديرة grenier á base rond"، إنما تعمل على تشويه حكم جمعى مسبق، وشائع بما فيه الكفاية، وهو أن الرياضيات المصرية هي رياضيات "عملية"، "مادية"، و"سوقية"، ولا علاقة لها بتاتا بالتجريد والفكر والعلم. والخلاصة، أن المصطلح الرياضى لا يمكنه حينئذ إلا أن يكون كذلك "تجريبيا empirique"، "ماديا"، و"متدنيا Sale.. إلخ" (!!)

وفى مجال الزراعة، تشير الكلمة rayon: إلى الخط الذى يتركه المحراث خلفه فى الحقل. أما فى الرياضيات، فيختفى ذلك المعنى بمجرد ما نقول أن تلك الكلمة تعنى نصف القطر. والكلمة الأكادية akkadien "بيركو pirku" تعنى "سهم flèche"، وكان الرياضيون البابليون يستخدمونها بمعنى نصف القطر. وبذا كان علماء الرياضيات البابليون يرتفعون بالمحسوس concret، إلى مستوى

التجريد abstrait. ولقد كان ذلك مجهوداً خارقاً، مستحيلاً على عقلية الرياضيين المصريين أن تصل إليه. يجب علينا أن نقوض أركان مثل ذلك الأمر المفروض علينا والذي ليس له أى أساس أو سند فى فقه اللغة.

٣- حجم الإسطوانة. يساوى حجم الإسطوانة حاصل ضرب مساحة القاعدة فى الارتفاع.

$$\text{الحجم} = \pi R^2 H$$

ولما كانت القاعدة على شكل دائرة، فإن حساب مساحة الدائرة يستلزم

$$\text{حساب مساحة الدائرة بدلالة نصف القطر: } S = \frac{2 \pi R \times R}{2} = \pi R^2$$

$$\text{وإذا كان القطر } d, \text{ فإن } d = R, \text{ وإن } S = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

٤ - كان المصريون القدماء يعرفون تماماً كيفية حساب حجم الإسطوانة (بردية راند Rhind، المسألة رقم ٤١):

$$(1) \quad \text{حجم} = \left(\frac{\text{قطر}}{2}\right)^2 \times \pi \times \text{ارتفاع}$$

$$(2) \quad \text{حجم} = \left(\frac{\text{قطر}}{2}\right)^2 \times \pi \times \text{ارتفاع}$$

$$(3) \quad \text{حجم} = \left(\frac{\text{قطر}}{2}\right)^2 \times \pi \times \text{ارتفاع}$$

$$(4) \quad \text{حجم} = \left(\frac{\text{قطر}}{2}\right)^2 \times \pi \times \text{ارتفاع}$$

الترجمة:

(١) مثال لحساب (تب ن إرت tp n irt) (الحجم) إسطوانة دائرية مستقيمة (ش إ دبن dbn s) قطرها ٩، وارتفاعها ١٠.

(٢) تقوم بطرح ٩/١ من ٩ ليكون الناتج ٨ (حب. حر.ك hb.hr.k 1/9  
ن n ٩ م m دات ٨ d3t 8).

(۳) اضرب ۸ فی ۸ (واح تب م ۸ ر سب ۸ sp8 m8 tp w3h).

(٤) النتيجة ٦٤ (حبر. حر ٦٤ r. 64 hpr).

وفى ذلك الجزء الأول من المسألة، يقوم الكاتب بحساب مساحة قاعدة  
الأسطوانة، والتي على شكل دائرة: وهو يطرح  $\frac{1}{9}$  من القطر ويقوم بتربيع  
الباقى، أى ٨، لتكون مساحة قاعدة الأسطوانة ٦٤.

ويستخدم الكاتب صيغة حساب مساحة الدائرة بكل دقة:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi 9^2}{4} = 64.$$

علما بأن قيمة النسبة التقريبية  $\pi$  تساوي 3.1605

وفي الجزء الثاني من المسألة، يحسب الكاتب حجم الإسطوانة أيضا بالأذرع المكعبة:

 (5)

 (6)

## الترجمة:

(۵) إضرب ٦٤ فى ١٠ (إرإ. ح إ. ك واح تب م ٦٤ ر سب iri.hr.k  
 .(w3h tp m 64 sp 10

(٦) النتيجة (حجمه) هي ٦٤٠ (أزراع مكعباً).



ويكون حجم الإسطوانة بالأذرع المكعبة ناتجا من ضرب مساحة الدائرة، والتي تمثل قاعدتها، في الارتفاع. وقد استخدم الكاتب صيغة حجم الإسطوانة بكل دقة على النحو التالي: حجم الإسطوانة يساوى حاصل ضرب مساحة القاعدة في الارتفاع. وذلك فكر رياضى، دقيق، ومجرد.

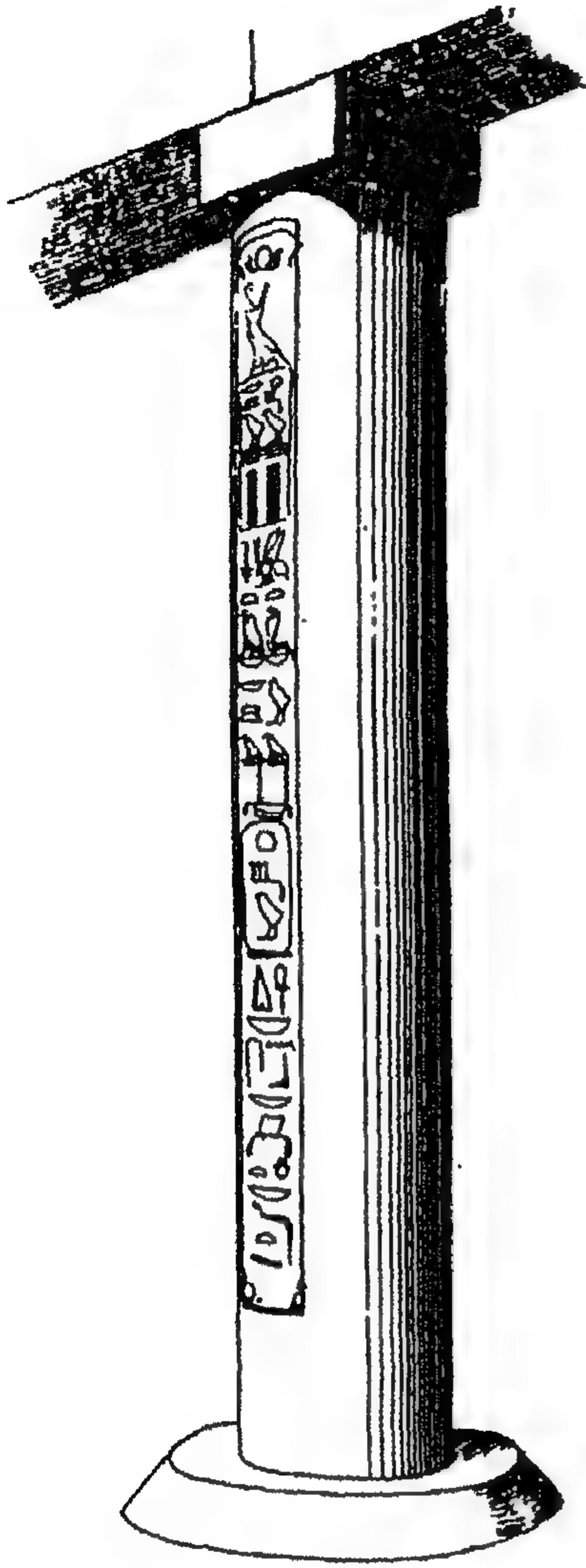
وفى الجزء الثالث من المسألة، يحول الكاتب الحجم بالأذرع المكعبة إلى ١٠٠ "هيكات hekat" مضاعفة أربع مرات quadruple ("الصاع الفرنسى Boisseaux")<sup>(١)</sup>. ولقد تم كل ذلك قبل ألف عام من مولد أول رياضى يونانى، طاليس Thalès (حوالى ٦٤٠ - حوالى ٥٤٦ ق.م).

(٥) قوام جذع العامود والهندسة: العامود هو شكل مشيد فى الفراغ، يقوم على الهندسة. ولذا يمكن شرح هيئته وطريقة إنشائه بواسطة الهندسة.

وكانت المادة الخام الأولية عبارة عن كتلة رأسية من الحجر، يلزم تشكيل فورم السطح الإسطوانى للعامود منها بالحفر والطرق.. إلخ. ولذا كان النحات الذى يشكل الحجر فى مصر القديمة يعمل بطريقة التقصيب والتشطية équarrissage، أى أنه The Pyramids of Egypt كان يقوم بالتفصيل بالزاوية القائمة. (إ.إى. س. إدواردز I.E.S. Edwards: أهرامات مصر - Penguin Books، طبعة ١٩٨٥، اللوحة رقم ٥٩).

---

(١) يساوى ١٠ لترات تقريبا- المترجم.



شكل ١٢٣: عامود إسطواني من الدولة القديمة (نقلا عن بوركهارت Borchardt مقابر الملوك التاريخية Grabdenkmal des Königs، SahuRe, I, pl. XI).

وقد كان الفرعون ساحورا Sahoura (٢٢٤٢ - ٢٤٣٠ ق.م) هو العاهل الثاني في الأسرة الخامسة. وكان الابن الأصغر لمنقرع Menkaoura (ميسيرينوس، ميكيرينوس Mycerinus, Mykérinus). وكان الشكل الهندسي الإسطواني معروفا في عمارة الحجر بمصر القديمة. والعامود ذو جذع إسطواني مجرد دون أي بروزات. وفي عهد الأسرة الخامسة، كان القطر ينفذ بمقاس واحد عند الطرفين بكل دقة. أما في عهود الرعامسة، كان هناك تناقص خفيف في القطر من أسفل لأعلى. وفي عصر الدولة القديمة أيضا ازدادت امتدادات الأعمدة (بارتفاع يساوي 6,5 قطر من القاعدة حتى العتب العلوي architreave).

وهذا هو مفهوم الإسطوانة. وإذن فالمسألة ليست "شونة إسطوانية grenier cylindrique" لتسمية وتحديد هذا الشكل الهندسي والمعماري.

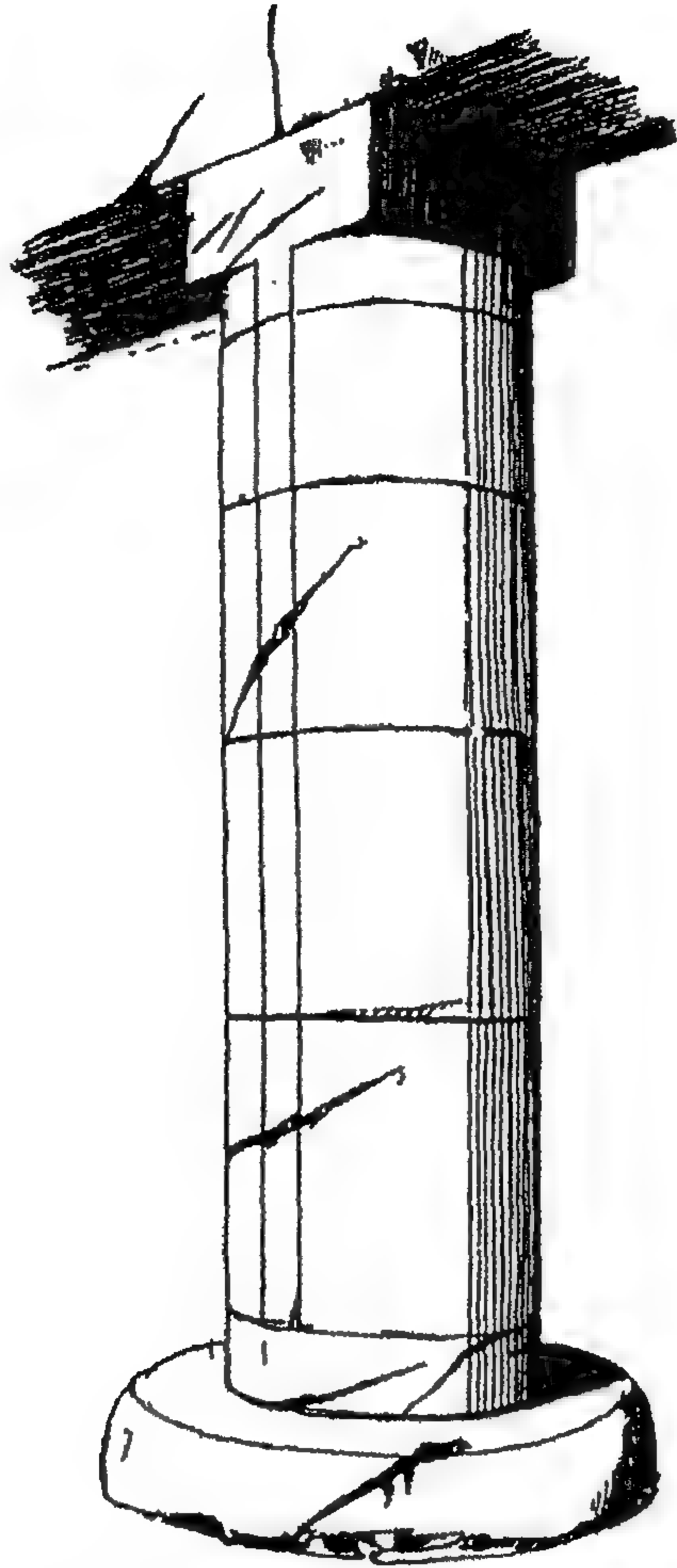
ولكن يتم تشكيل كتلة رأسية من الحجارة على هيئة جذع إسطوانى للعمود، كان نحات الحجر يقوم بتخطيط دائرة على الواجهة العلوية لكتلة الحجر، فى وضع أفقى، بحيث ينسلخ منها العمود فى وضع رأسى.

ومن الناحية الهندسية، يعيدنا ذلك إلى اعتبار الإسطوانة القائمة ذات القاعدة المستديرة كشكل هندسى يتولد من تحريك خط مستقيم متوازيًا مع نفسه، على امتداد دائرة فى مستوى متعامد. وبذا تتولد الإسطوانة بواسطة مولدين للسطح الإسطوانى *généatrices* هما: الاتجاه المستقيم الرأسى، والدائرة. والدائرة هى القوس المباشر، حيث إنه يدير حركة الخط المستقيم. ومن الممكن توليد الإسطوانة بتحريك الدائرة على طول الخط المستقيم، متوازيًا مع نفسه.

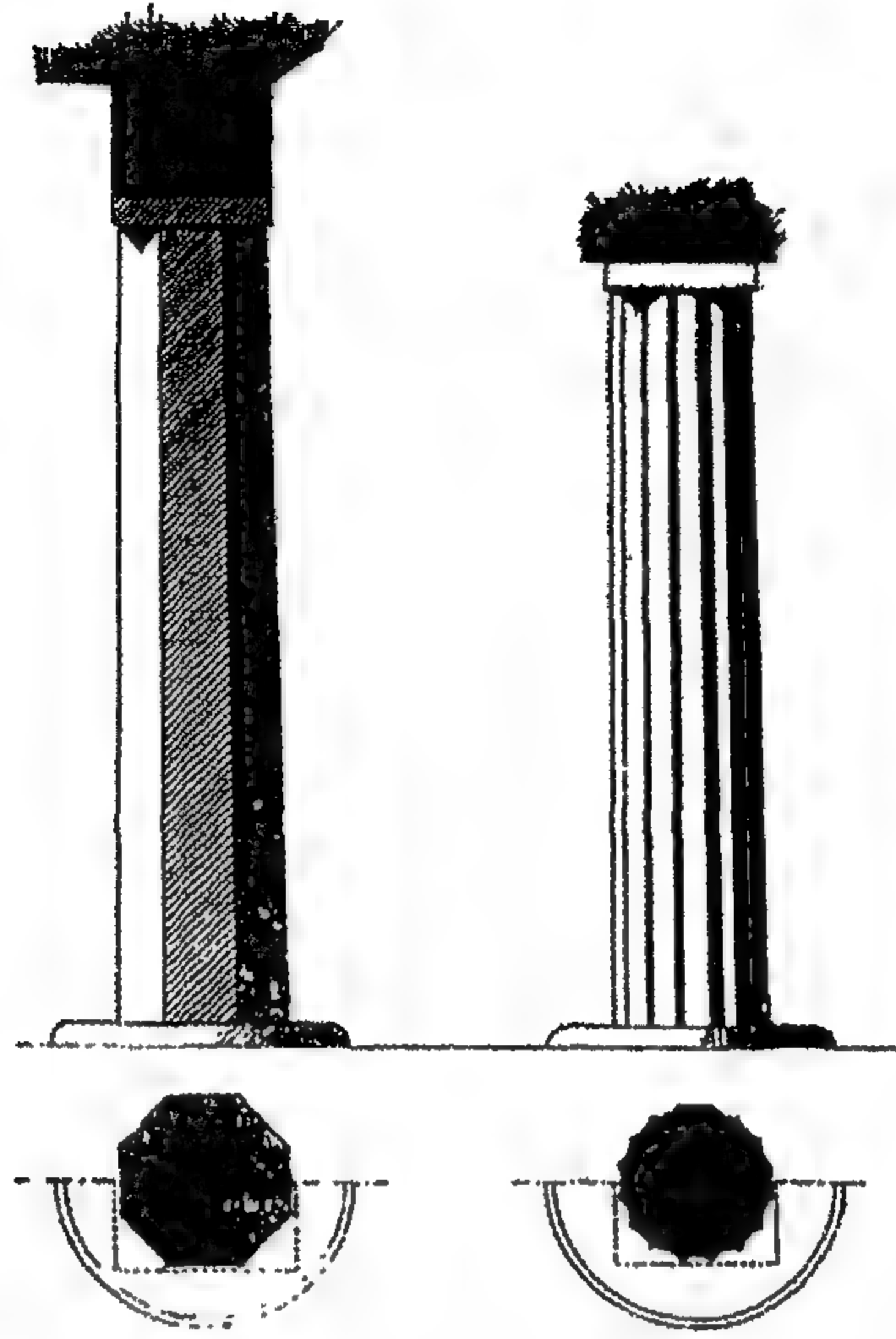
وتتعلق تلك الطرق الهندسية بتوليد الإسطوانة القائمة ذات القاعدة الدائرية، وهى تلك الأعمدة الإسطوانية فى عهد الدولة القديمة: فقد كان القطر واحدًا عند طرفى العمود (شكل ١٢٣). ومن الممكن توليد أسطح إسطوانية أخرى بتحريك خط مستقيم متوازيًا مع نفسه، على طول منحنى ما.

وتلك هى الحالة للأسطح المخروطية *surface coniques* على سبيل المثال، وكذا للأجسام المخروطية *Conoides*، والأسطح الدورانية، وأغلفة فصائل الأسطح ذات المحيط، والتى كانت موضوعات دراسة جاسبار مونغ *Gaspard Monge (١٧٤٦-١٨١٨)*، أبو الهندسة الوصفية *La géométrie descriptive*.

ولقد استخدم المصريون القدماء، وهم يعالجون مسائل السطح الإسطوانى للعمود، قواعد الهندسة الوصفية فى أسلوب عملى واقعى واثق من نفسه: يجب أن تتوفر فكرة أسلوب توليد الإسطوانة بدءًا من الكتلة الحجرية كى يتم التوصل إلى الجذع الإسطوانى للعمود.



شكل ١٢٤: عامود إسطواني من الدولة الحديثة (معبد سيتي الأول في أبيدوس) كان سيتي (١٣١٢-١٣٠٠ ق.م) ثاني ملك في الأسرة التاسعة عشرة، وهو ابن رمسيس الأول، ووالد رمسيس الثاني، وقد وصل فن الحفر البارز في عهده إلى أوج ازدهاره. وقاعدة هذا العامود ذي الجذع الإسطواني عبارة عن قرص سمك، ينتفخ عند الحافة (ويبلغ طول العامود حوالي خمسة أمثال ونصف القطر).

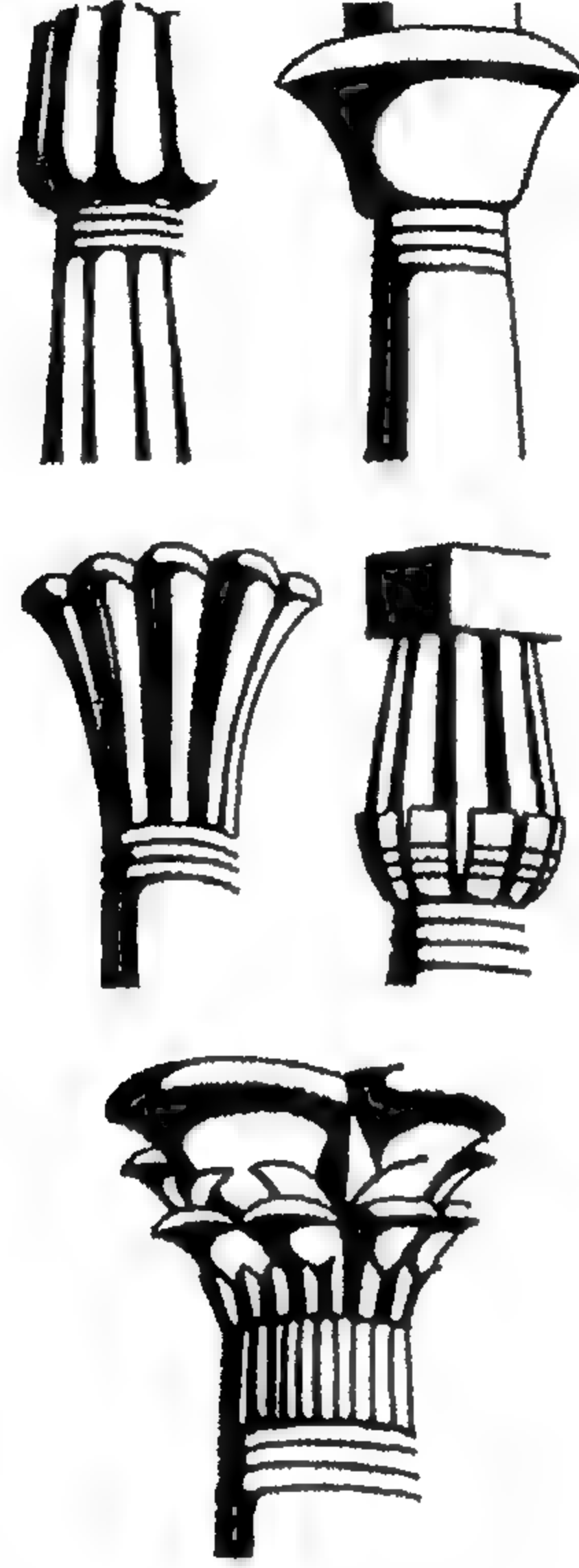


شكل ١٢٥: عامودان: الأيسر ذو ثمانى واجهات (مقطع مئمن للجذع)، والأيمن ذو ١٦ أخذودًا، من الدولة الوسطى (عن نيوبيرى Newberry، بنى حسن، I، لوحة رقم ٤٠٥).

لم تكن تلك الأعمدة ذات الأخاديد *cannaleés* إسطوانية المقطع. والعامود المخدد متعدد الأضلاع. وهى لم تظهر فى الآثار المعمارية المصرية القديمة إلا من بداية الدولة الوسطى (٢٠٥٢-١٧٧٨ ق.م). وفى الدير البحرى، هناك طراز مئمن من هذا العامود المخدد (المعبد الجنائزى لمنتوحتب Mentouhotep، الأسرة الحادية عشرة)، وقد تم توظيفه بجوار أعمدة مربعة. وظلت الأعمدة المئمنة، ذات الأخاديد المستقيمة فى إحدى مقابر بنى حسن متساوية الطول الذى يبلغ خمسة أمثال القطر عند القاعدة. ويبلغ مقدار الإنقاص التدريجى فى القطر حتى القمة حوالى ١/٩. وكل تلك الإنجازات المعمارية إنما تكشف عن هندسة متقدمة.



والأخاديد تكون مسطحة تماما أو مقعرة قليلا. والعامود الدورياتى  
L'ordredorique اليونانى، هو نفس العامود المصرى ذى الواجهات الست  
عشرة.



أعمدة مصرية capiteaux شكل ١٢٦: تيجان

أنواع مختلفة من تيجان الأعمدة.

الرسم الهندسى متكامل ومتناسق.

العامود هو ابتكار للعمارة المصرية.

وقد أضفت عليها روح العمل الحق طبقا لتعاليم ماعت Maät، الهارمونية  
الكونية، مما أكسب الإنجازات المصرية سحرا ثابتا ومستمرا.



## XXIX

### حجم متوازي المستطيلات قائم الزاوية

#### Volume du parallélépipède rectangle

١ - الحجم: هو ذلك الجزء من الحيز الذي يتضمنه السطح الداخلى لجسم صلب، فهو يتعلق بالمحتوى contenu الموجود داخل الحاوى contenant: أى قدرة سعة contenance ذلك الحاوى (الوعاء).

٢ - حجم متوازي المستطيلات قائم الزاوية: يكون حجم متوازي المستطيلات قائم الزاوية مساوياً الحاصل ضرب ثلاثة أبعاد (الطول فى العرض فى الارتفاع).

$$V = a \times b \times c$$

٣ - كان لدى المصريين القدماء فهم هندسى دقيق لفكرة الحجم، وهو ما يؤكد على سبيل المثال التعبير التالى:

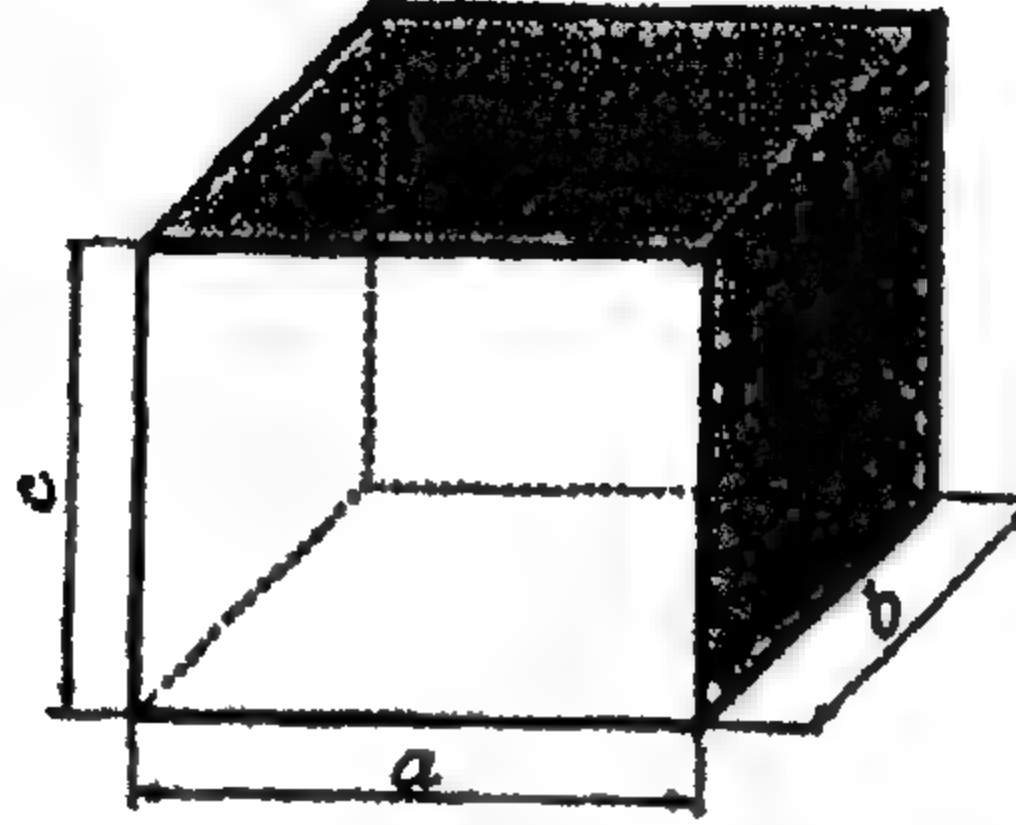
هـ ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨ ٢٩ ٣٠ ٣١ ٣٢ ٣٣ ٣٤ ٣٥ ٣٦ ٣٧ ٣٨ ٣٩ ٤٠ ٤١ ٤٢ ٤٣ ٤٤ ٤٥ ٤٦ ٤٧ ٤٨ ٤٩ ٥٠ ٥١ ٥٢ ٥٣ ٥٤ ٥٥ ٥٦ ٥٧ ٥٨ ٥٩ ٦٠ ٦١ ٦٢ ٦٣ ٦٤ ٦٥ ٦٦ ٦٧ ٦٨ ٦٩ ٧٠ ٧١ ٧٢ ٧٣ ٧٤ ٧٥ ٧٦ ٧٧ ٧٨ ٧٩ ٨٠ ٨١ ٨٢ ٨٣ ٨٤ ٨٥ ٨٦ ٨٧ ٨٨ ٨٩ ٩٠ ٩١ ٩٢ ٩٣ ٩٤ ٩٥ ٩٦ ٩٧ ٩٨ ٩٩ ١٠٠  
 ح هـ ت ر ف ٣٣ h ، حيث لدينا الفعل ح ١  
 h3i (٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨ ٢٩ ٣٠ ٣١ ٣٢ ٣٣ ٣٤ ٣٥ ٣٦ ٣٧ ٣٨ ٣٩ ٤٠ ٤١ ٤٢ ٤٣ ٤٤ ٤٥ ٤٦ ٤٧ ٤٨ ٤٩ ٥٠ ٥١ ٥٢ ٥٣ ٥٤ ٥٥ ٥٦ ٥٧ ٥٨ ٥٩ ٦٠ ٦١ ٦٢ ٦٣ ٦٤ ٦٥ ٦٦ ٦٧ ٦٨ ٦٩ ٧٠ ٧١ ٧٢ ٧٣ ٧٤ ٧٥ ٧٦ ٧٧ ٧٨ ٧٩ ٨٠ ٨١ ٨٢ ٨٣ ٨٤ ٨٥ ٨٦ ٨٧ ٨٨ ٨٩ ٩٠ ٩١ ٩٢ ٩٣ ٩٤ ٩٥ ٩٦ ٩٧ ٩٨ ٩٩ ١٠٠)  
 "ينزل descendre"، والاسم r (٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨ ٢٩ ٣٠ ٣١ ٣٢ ٣٣ ٣٤ ٣٥ ٣٦ ٣٧ ٣٨ ٣٩ ٤٠ ٤١ ٤٢ ٤٣ ٤٤ ٤٥ ٤٦ ٤٧ ٤٨ ٤٩ ٥٠ ٥١ ٥٢ ٥٣ ٥٤ ٥٥ ٥٦ ٥٧ ٥٨ ٥٩ ٦٠ ٦١ ٦٢ ٦٣ ٦٤ ٦٥ ٦٦ ٦٧ ٦٨ ٦٩ ٧٠ ٧١ ٧٢ ٧٣ ٧٤ ٧٥ ٧٦ ٧٧ ٧٨ ٧٩ ٨٠ ٨١ ٨٢ ٨٣ ٨٤ ٨٥ ٨٦ ٨٧ ٨٨ ٨٩ ٩٠ ٩١ ٩٢ ٩٣ ٩٤ ٩٥ ٩٦ ٩٧ ٩٨ ٩٩ ١٠٠)، "فم bouche": الحيز الذى تشغله المادة التى تنزل فى الفم (المعدة l'estomac) لجسم صلب solide، أى المادة التى يحتويها الوعاء، محتواه {f, ح, هـ, ت, ر, ف, ٣٣}، حجمه، سعته.

٤ - كان المصريون القدماء يحسبون حجم متوازي المستطيلات القائم الزاوية بكل دقة (المسألة رقم ٤٤ من بردية راند Rhind):



شئ نيس nis، "حساب"، "مسألة".

شئ افد S3 ifd، "متوازي مستطيلات قائم الزاوية (وليس "شونة مربعة)".



شكل ١٢٧: متوازي مستطيلات قائم الزاوية (سها اي فيد shaaifed فى الهيروغليفية) (حاصل ضرب أبعاده الثلاثة)  $V = a \times b \times c$ .

إو، إأو يو 3w' aou، "الطول" (الحيز).

{ حدد } سهو، سيكو shw, sekou، "العرض".

ك إو، ك الو، كاوو k3w, kaou, qaou، "الارتفاع".

بتر ptr، "ماذا؟"، "ما؟" (لا يتم ترجمتها بالتنقحر translitérer "بترى ptry").

هايف ر.ف، هات-إر.إف h33t r.f, haat-er.ef، "محتواه"، "حجمه".

ويختص الحساب الهندسى للكاتب فى الواقع بحجم متوازي مستطيلات قائم الزاوية والذي يساوى حاصل ضرب أبعاده الثلاثة:


$$V = L \times I \times h = 10 \times 10 \times 10 = 1000 \text{ ذراع مكعب}$$



وقد قام الكاتب بتحويل تلك النتيجة الهندسية الخالصة، بعد إجراء الحساب، إلى صاعات فرنسية boisseaux ( $3/2 \times 1000 = 1500$  صاعا)، وأخيرا إلى ١٠٠- أربعة أمثال الهيكات 100-quadruple de hekat ( $1/20 \times 1500 = 75$ ).

وإذا ما ترجم المرء: "شونة مربعة" بدلا من "متوازي مستطيلات قائم الزاوية" فيما يتعلق بحساب الحجم بدقة، فكأنه يعاود خلط وتشويش المعطيات الرياضية المصرية، ليطلع في أذهان القراء تلك الفكرة المطلقة عن تجريبية الهندسة المصرية (والتي روجها الغرب).

غير أن العلم الحق لم يقدّر بحساب حجم متوازي المستطيلات قائم الزاوية بطريقة مغايرة لما قام به رجل الرياضيات المصرى القديم. ومنذ ذلك الحين، والذي كان "تجريبيا": أو لم يكن ذلك هو العلم الحق أو العلم المصرى؟ وعلى مر تاريخ البشرية، منذ عصور ما قبل التاريخ الموعلة في القدم، لم يكن هناك سوى نفس المخ البشرى الذى يستخدم الإدراك الحسى العلمى للطبيعة. ومن الممكن أن تتغير النتائج والخبرات، إلا أن مسيرة العلم ظلت واحدة. فوحدات الجهاز العصبى (النيورونات) هى نفسها.

٥ - حجم المكعب: المكعب {  }، سحا إفاى، سحا إفاى (s3 ifd, shaa ifed) هو متوازي مستطيلات قائم الزاوية (شأ إفاى s3 ifd) تكون فيه أبعاد الطول والعرض والارتفاع متساوية.

ومن ثم، فهنا (نفس المسألة رقم ٤٤ من بردية راند Rhind)، لدينا أبعاد الطول والعرض والارتفاع واحدة وهى ١٠. وتختص تلك المسألة أيضا بحجم المكعب.

وحجم المكعب يساوى مكعب الرقم الذى يساوى طول ضلعه:

$$V = a \times a \times a = a^3$$

ومن ثم

$$V = 10 \times 10 \times 10 = 1000 \text{ ذراع مكعب .}$$

وتلك كانت إجابة الكاتب المصرى القديم. ومن الواضح أن المصريين القدماء كانوا يعرفون كيفية حساب حجم المكعب.








# XXX

## تحويل الذراع المربعة إلى جوال

### Transformation de la coudée cubique en khar

١ - كيف استخدم الكاتب المصرى القديم مبادئ الرياضيات، لتحويل الذراع المكعبة إلى وحدة "الجوال sac" (الخار khar)، ويساوى تضعيفا رباعيا للهيكات hekat (الصاع الفرنسى boisseau، ويساوى الترات)؟ ما هى العلاقة الرياضية التى تربط الذراع المكعبة والخار (الجوال)؟..

٢ - فى مقاطع بردية كاهون Kahun الرياضية، تظهر المسألة رقم 13 et 14 kiIv,3,col, (انظر دراسة شاك- شاكينبرج Zeitschrift Schack- Schackenburg Miscellen. مجلة اللغة المصرية für Aegyptische Sprache، ٣٧، ١٨٩٩، صفحة ٧٧-٧٩) بكل دقة كمجموعة من الحسابات، وهكذا نجد:

النص	الترجمة
	١٢
	٨ (١/٣) ١٣٦٥
	١٢ ١
	٨ ٢/٣
	٤ ١/٣

١٦	المجموع (dmd)	
١٦	١	
١٦٠	١٠	
٨٠	٥	
٢٥٦	المجموع (dmd)	
٢٥٦	١	
٥١٢	٢	
١٠٢٤	٤	
٨٥ ١/٣	١/٣	
١٣٦٥ ١/٣	المجموع (dmd)	

٣- ويتساوى ذلك الحساب مع المعادلات التالية:

$$(1 + 1/3) \times 12 = 16$$

$$16 \times 16 = 256$$

$$5 \frac{1}{3} \times 256 = 1356 \frac{1}{3}$$

إن هذا بالفعل هو الرقم المكتوب في الدائرة المرسومة بالبردية بمعرفة الكاتب نفسه.

٤ - الهدف هو حساب حجم إسطوانة قطرها ١٢ ذراعًا وارتفاع ٨ ذراعًا. ويطور الكاتب أسلوب رياضيًا خاصًا، على نحو شديد الأصالة، لتحويل الأذرع المكعبة الناتجة إلى خار khar. وتتبدى الروح الرياضية على نحو مبتكر تمامًا.



٥ - ويتم حساب حجم الإسطوانة بالأذرع المكعبة على النحو التالي:

(١) مساحة القاعدة (وهي دائرة):

$$S = \pi \frac{d^2}{4} = \frac{\pi 12}{4} = 113 \frac{2}{3} + \frac{1}{9} \text{ ذراع مربع}$$

(٢) حجم الإسطوانة (مساحة القاعدة في الارتفاع):

$$V = (113 \frac{2}{3} + \frac{1}{9}) \times 8 = 910 \frac{1}{6} + \frac{1}{18} \text{ ذراع مكعب}$$

٦ - التحويل إلى خار. يساوى الخار  $\frac{2}{3}$  الذراع المكعب، ويكفى قسمة

$\frac{1}{6} + 910 \frac{1}{18}$  على  $\frac{2}{3}$ ، أو ضرب القيمة في  $\frac{3}{2}$ :

$$\frac{1}{6} + 910 \frac{1}{18} \quad 1$$

$$\frac{1}{2} \quad \frac{1}{9} 455$$

المجموع  $\frac{1}{3} 1365$  خار

ويقوم الكاتب بضرب الرقم ١٢ (القطر) في  $\frac{1}{3}$  أو  $\frac{4}{3}$ . وهذا الكسر

$\frac{4}{3}$  هو ناتج  $\frac{8}{9}$  ب  $\frac{3}{2}$ ، أى النسبة التى تربط الذراع المكعب بالخار.

٧ - وترجع مهارة الفكر الرياضى للكاتب إلى أن حساباته من الممكن أن

تصلح لضرب ٢٥٦ في  $\frac{1}{3}$  ٥ مثلما تتم قسمة  $\frac{1}{3} 1365$  ب ٢٥٦:

وبمعرفة أن الكسر  $\frac{4}{3}$  هو ناتج ضرب  $\frac{8}{9}$  في  $\frac{3}{2}$ ، بمعنى العلاقة التى

تربط القدم المكعب والخار khar، وبحساب الارتفاع:  $2/3 h = 8 \times 2/3 = 5 \frac{1}{3}$

يكون لدينا:

$$V = 256 \frac{1}{3} = 1365 \frac{1}{3} \text{ خار.} \quad (١)$$

$$1365 \frac{1}{3} : 256 = 5 \frac{1}{3}.$$

$$V = (4/3 \times 12)^2 \times 5 \frac{1}{3} = 1365 \frac{1}{3} \text{ خار.} \quad (٢)$$



## XXXI

### حجم المخروط الناقص

#### Volume d'un tronc de cone

- ١ - المخروط الدائري القائم **Un cône circulaire droit**: المخروط الدائري القائم أو ضلع الدوران revolution، هو الجسم المسطح المتولد من دوران مثلث قائم الزاوية حول أحد ضلعي الزاوية القائمة.
- ٢ - كان المصريون القدماء يعرفون الشكل الهندسي للمخروط المسمى  أون، أوون iwn, ioun. وكانت هناك مخطوطات العطر التي توضع على الرؤوس في المآدب الكبرى والولائم، وسبق الكلام عنها.
- ولقد كان المصريون القدماء يقومون بحساب ميول المخطوطات، والتي تتشابه مع الهرم (المسألة رقم ٦٠ في بردية راند Rhind حوالي عام ١٦٥٠ ق. م).
- ٣ - المخروط الدائري الناقص القائم **un tronc de cône circulaire droit**. المخروط الدائري الناقص القائم (أنتاج الدوران revolution) هو الجسم المسطح المتولد عن دوران شبه منحرف قائم الزاوية حول ضلع عمودي على القواعد.
- وربما كان الهرم الناقص مدرجا في مفهوم المخروط الناقص.
- ٤ - ابتكار الساعة المائية أو الكليبسيدير clepsydre. تعتبر الكليبسيدير أقدم ساعة في العالم. وقد اخترعها المصريون القدماء في بداية الأسرة الثامنة عشرة، حيث كان الفلكي أمنمحات Amenemhat، هو الذي أبدع تلك .. الأداة

الفخمة تكريما للملك أمنحتب الأول Aménophis I.. (كتابة منقوشة على جدران مقبرته في طيبة). وتلك الكليبيدور لم تكن سوى أداة ذات شكل هندسى، عبارة عن فسقية على شكل مخروط ناقص مقلوب (القاعدة الكبرى لأعلى، والقاعدة الصغرى لأسفل).

وكليبيدور الكرنك، والخاصة بأمنحتب الثالث (١٤٠٨ - ١٣٧٢ ق.م) موجودة في المتحف المصرى بالقاهرة (رقم ٣٧٥٢٥). وهى مصنوعة من المرمر albâtre، على هيئة وعاء يتخذ شكل مخروط ناقص يحتوى على الماء الذى يتم سريانه خلال الليل بطوله. ولقد كان المصريون القدماء يعرفون كيفية حساب مثل ذلك الحجم، أى حجم المخروط الناقص.

٥ - حجم المخروط الناقص: يساوى حجم المخروط ثلث حاصل ضرب مساحة القاعدة فى الارتفاع، حيث R هى نصف قطر القاعدة، H هى الارتفاع.

$$\frac{\pi R^2 H}{3}$$

وحجم المخروط الناقص يساوى مجموع أحجام ثلاثة مخاريط لها ارتفاع مشترك يساوى ارتفاع المخروط الناقص، وقواعده هى على التوالى: القاعدة الكبرى، والقاعدة الصغرى، والتناسب بين قاعدتى المخروط الناقص، وحيث R و R' هما نصف قطر القاعدتين، والارتفاع H،

$$V = \frac{\pi R^2 H}{3} + \frac{\pi R'^2 H}{3} + \frac{\sqrt{\pi R^2 \times \pi R'^2 \times H}}{3}$$

$$V = \frac{\pi H}{3} (R^2 + R'^2 + R R'^2).$$

٦ - وقد عالج أو تو نويجباور Otto Neugebauer مسألة تتعلق بحجم الساعة المائية "الكليسيدير". ومن الثابت بكل دقة، أنه قد عثر على النص اليوناني، والذي يرجع تاريخه للقرن الثالث، في مصر، غرب وادي النيل، في أو كسيرينكوس oxyrhynchos، مدينة الإلهة تفنوت Téfnót: (أو سلاوفورين Auslaufuhren، ص. ٤٣٩-٤٤١، في دراسته "الهندسة في النصوص الرياضية المصرية"، في "مصادر ودراسات لتاريخ الرياضيات.. Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik"، برلين، سبتمبر ١٩٣١).

ومثل تلك المعارف كانت موجودة قبل قدوم اليونانيين إلى مصر بكثير. إن ذلك اعتقاد راسخ لدى علامة من طراز نويجباور: ونحن نورد هنا كلماته بالنص في ذلك الصدد: "Da erhaltene Exemplare solcher Auslaufuhren bis .. in das NR zurück reichen und meist genau die in dem Oxyrhynchos – papyrus verlangten Ambessungen tragen, darf man wohl auch die ganze "Theorie" als vorgriechisch werten.. (أو. نويجباور مرجع سبق ذكره ص. ٤٣٩).

#### الترجمة:

".. لما كانت الأمثلة المطروحة قد تواترت حتى الدولة الحديثة، وأن الجزء الأكبر للحالات كان عبارة عن ساعات ميقاتية ذات تدريج دقيق في بردية أو كسيرينكوس Oxyrhynchos، فللمرء أن يقول مباشرة إن كل النظريات كانت موجودة قبل نظريات اليونانيين..".

لم يكن اليونانيون هم الذين اخترعوا الساعة الميقاتية. ولم يعرفوا عنها شيئاً إلا بفضل المصريين.



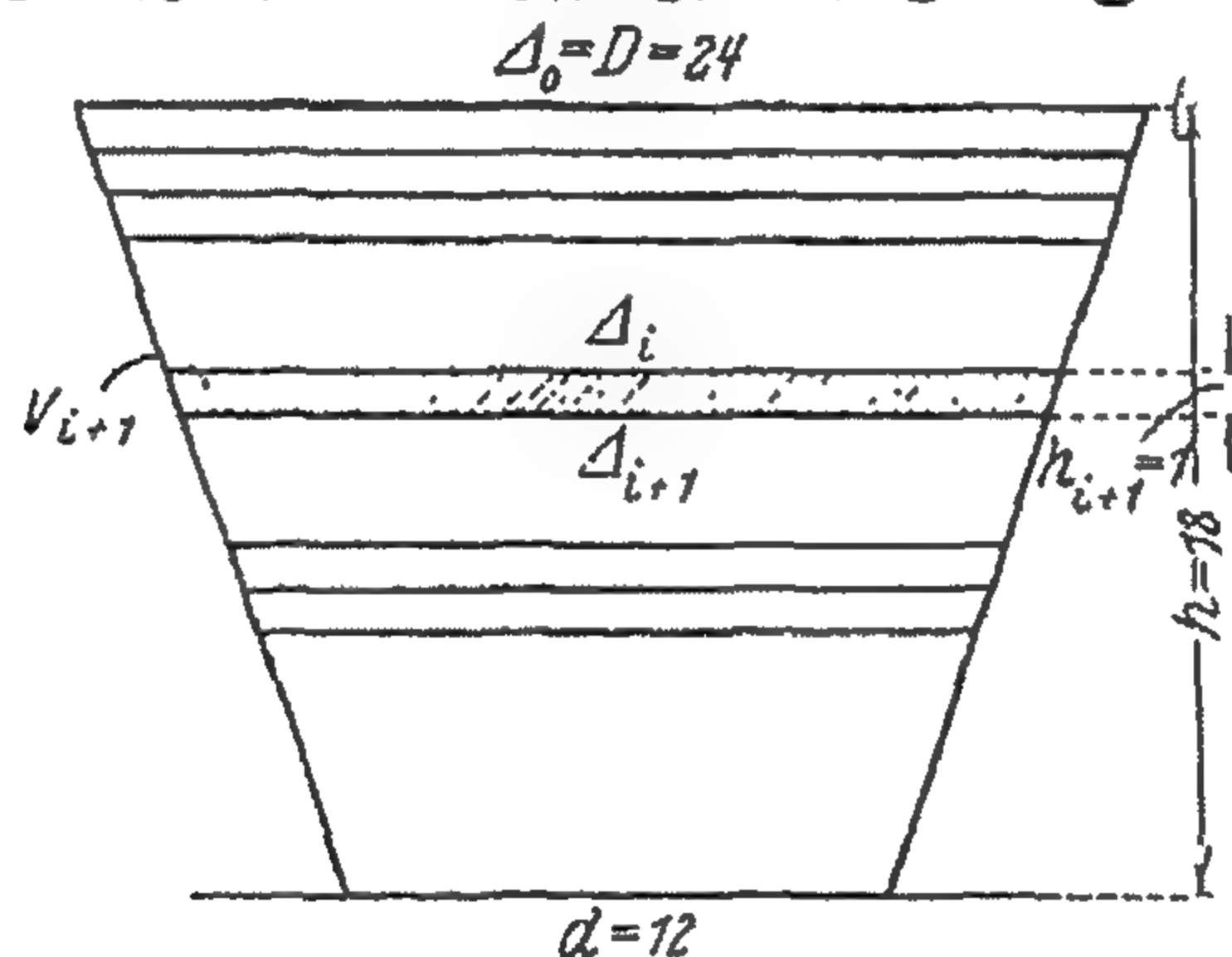
٧- ولقد كانت معطيات المسألة كالتالى: الوعاء المخروطى، القاعدة الكبرى ٢٤ إصبعا، والقاعدة الصغرى ١٢ إصبعا، و ١٨ إصبعا للارتفاع (أو. نويجيباور مرجع سبق ذكره ص. ٤٣٩).

والرسم التالى لنويجيباور، وقد وضعه على أساس معطيات البردية أو كسيرينكوس، يعتبر توضيحا للمسألة.

٨- وتناظر تلك المعطيات تماما المعايير القياسية المصرية لتصنيع الساعة الميقاتية.

والواقع أن المصريين كانوا يختارون مقاسات مميزة فى الدولة الحديثة (١٥٦٧-١٠٨٥ ق.م)، ارتفاع (H) = ١٨ إصبعا، نصف قطر القاعدة (r) ١٢ إصبعا، ونصف القطر عند القمة (R) ٢٤ إصبعا. والبردية اليونانية أو كسيرينكوس عبارة عن نسخة حرفية للمقاسات المصرية المميزة، وهى مقاسات متوافقة.

واسترجاع الوثيقة اليونانية للمقاسات التقليدية الكلاسيكية لمصر يثبت أن النظرية كانت معروفة فى مصر قبل اليونانيين: لقد كان نويجيباور محقا.



شكل ١٢٨: حساب حجم المخروط الناقص (المقلوب)

٩- حجم وعاء على شكل المخروط الناقص: تعيدنا المسألة، وهى متعددة الجوانب، إلى تحليل سريان الماء فى ساعة ميقاتية "كليبيدير clepsydre". ولقد كان المصريون يسبقون اليونانيين فى تقسيم الليالى إلى اثنى عشر قسما. وعندهم،

كانت الارتفاعات المتساوية للمياه تتناظر مع أزمنة متساوية. وكانت التدريجات المختلفة داخل الساعة الميقاتية المائية تناظر كسور أحجام من المياه التي من المفروض أن تسرى طوال الليل، وكل سريان للمياه يناظر ساعة من الزمن. غير أن سريان المياه يصبح غير منتظم حالما ينخفض منسوب المياه بدرجة كبيرة: وتظل هناك كمية من المياه في الوعاء المخروطي الناقص عند توقف المقاس. وكان المصريون القدماء يزخرفون الجزء السفلي بكتابة هيروغليفية معناها "الحياة" (عنخ ankh) والاتزان (ددت ddt).

ومن الممكن حساب حجم المخروط الناقص المطلوب، باعتبار أن القاعدة الكبرى ٢٤، والصغرى ١٢، والارتفاع ١٨ على النحو التالي:

$$V = \frac{\pi H}{3} (R^2 + R'^2 + R R'^2).$$

$$V = \frac{\pi \times 18}{3} (144 + 36 + 72) = 4747.68.$$

أى أن حجم كل من المخاريط الثلاثة يكون كالتالى:

: المخروط ١ (القاعدة الكبرى ٢٤)

$$V_1 = \frac{\pi R^2 H}{3} = \frac{\pi 144 \times 18}{3} = 2712.96$$

: المخروط ٢ (القاعدة الصغرى ١٢)

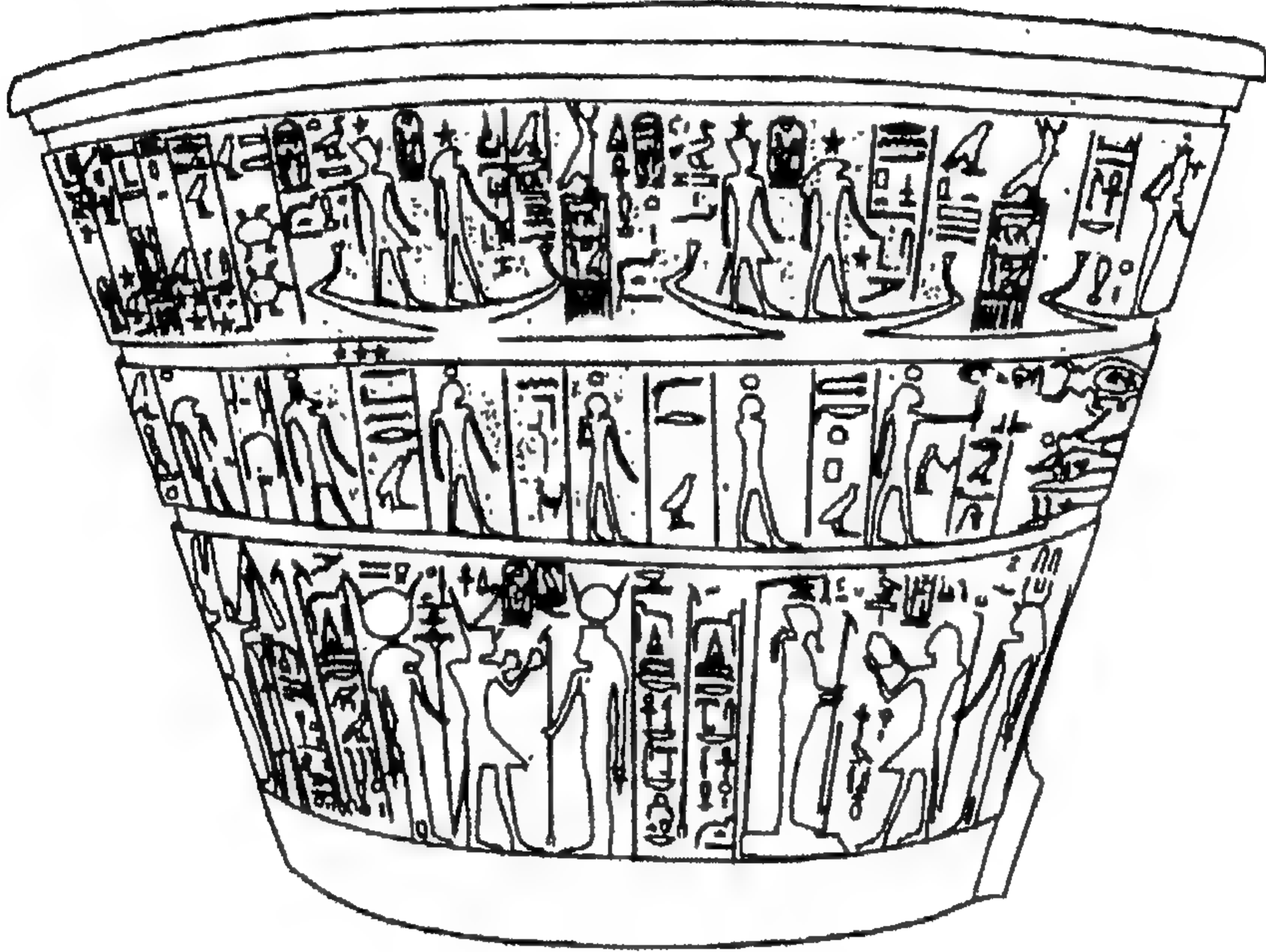
$$V_2 = \frac{\pi R'^2 H}{3} = \frac{\pi 36 \times 18}{3} = 678.24$$

: المخروط ٣ ( $V_1 \times V_2$ )

$$V_3 = \frac{\pi R^2 R'^2 H}{3} \times H = \frac{\pi 144 \times 36}{3} \times 18 = 13564$$

وبذا يكون الحجم الكلى للوعاء المخروطى الناقص :

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = 4747.68.$$



شكل ١٢٩ : كليبيدر clepsydre أو ساعة مائية فى الكرنك. المتحف  
المصرى بالقاهرة (رقم ٣٧٥٢٥): الارتفاع من الخارج ٠,٣٥؛ الارتفاع من الداخل  
٠,٣٢٦؛ القطر الخارجى ٠,٤٩؛ وأقصى قطر داخلى ٠,٠٢.

الخامة: مرمر (ألباستر) بلون أزرق باهت توركواز معتم، ومطعم بالعقيق  
الأحمر.

وقد عثر على تلك الساعة ضمن خبيئة في شرق طيبة، معبد الكرنك ويرجع تاريخها لنهاية الأسرة الثامنة عشرة (أثناء حكم الفرعون أمنحتب الثالث: ١٤٠٨ - ١٣٧٢ ق.م)، والوعاء على شكل مخروط ناقص. ولقد كانت المسألة التكنولوجية المطلوب حلها هي معرفة حجم الوعاء كي يمكن للمرء تشغيل صنبور على جانب القاعدة، كان يتيح خروج نافورة jet مستمرة، ومنتظمة، وبمعدل بسيط حتى يستمر صب المياه في الوعاء بطريقة دقيقة.

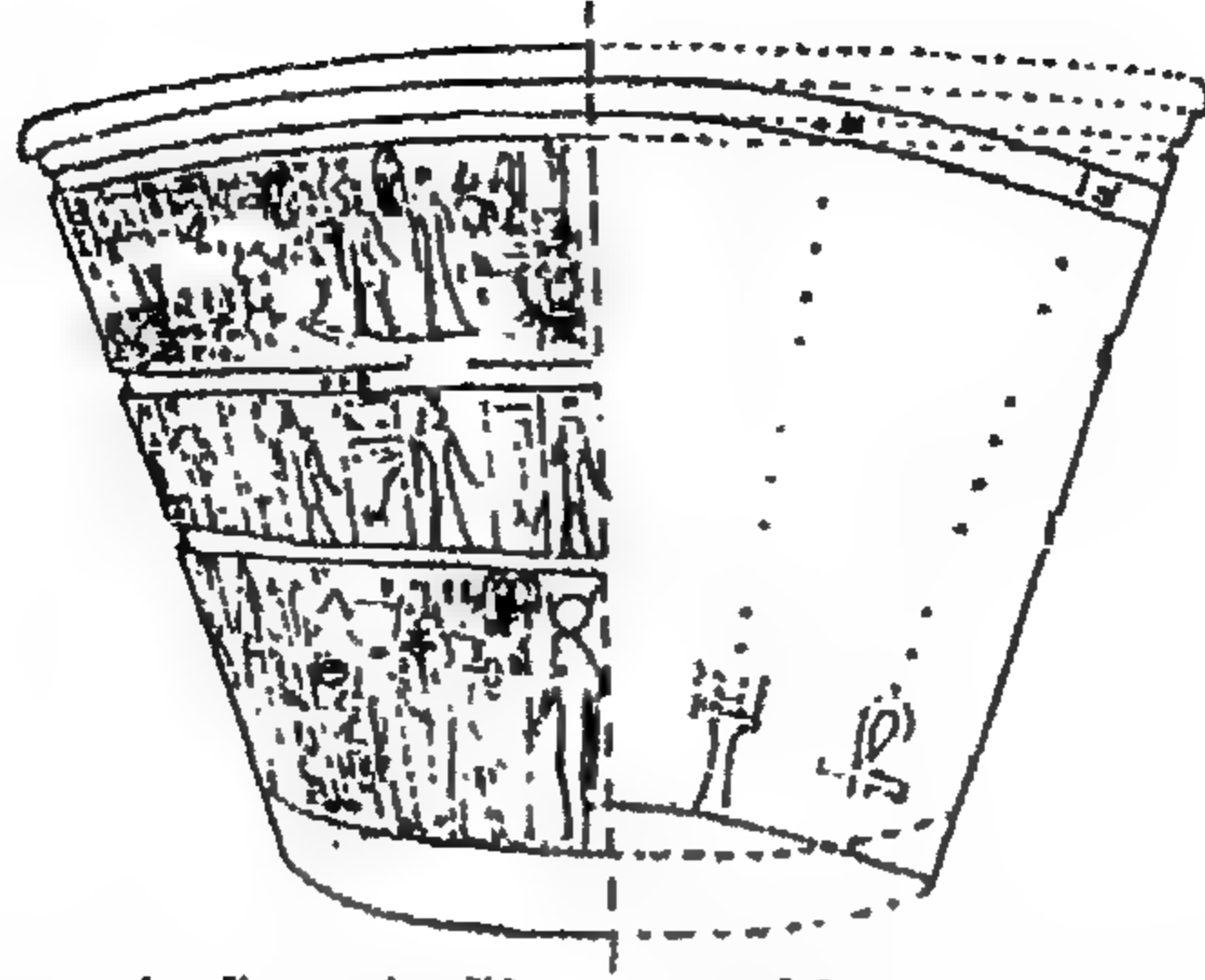
لقد كانت فكرة المخروط الناقص سابقة في وجودها، وحولتها التكنولوجيا إلى "كليبسيدير"، أو الساعة المائية. وهكذا كان العقل يعمل.

١٠ - حساب سرعة المياه التي تسيل من فوهة الكليبسيدير. في عام ١٩٢٠، أثبت لودفيج بوركهارت Ludwig Burchardt أن سرعة سريان المياه (v) من الفوهة كانت تحددها المعادلة  $V = \sqrt{2gh}$  حيث g هي عجلة الجاذبية (9,81 متر/ثانية)، و h ارتفاع المياه فوق الفوهة.

ومثل تلك المعادلة لا تصحح حتى إذا ما كان طول الفوهة قصيرا جدا.

والكلمة الهيروغليفية للكليبسيدير، أو الساعة المائية هي  $\text{dbh, debeh}$  (شاهد قبر أمنمحت Amenemhat - فلكي في أوائل عصر الأسرة الثامنة عشرة). وأداة التعريف  $\text{déterminatif}$   $\text{I}^{\text{h}}$  تشير بوضوح إلى أن الإناء مخروطي الشكل.

(دراسة بوركهارت بعنوان: قياس الزمن في مصر القديمة Die Altägyptische Zeitmessung، ضمن كتاب إ.فون باسيرمان - جوردان E.von Bassermann - Jordan، برلين، فالتر دي جروتييه walter de gruyter، المجلد ١، ١٩٢٩).



شكل ١٣٠: رسم يوضح كليبيدير (الجانب الخارجى، والجانب الداخلى).  
 كليبيدير أو ساعة مائية خاصة بأمنحتب الثالث (١٤٠٨-١٣٧٢ ق.م) والجانب  
 الداخلى لأداة للقياس مقسم إلى ١٢ قسما (بعدد شهور السنة)، و ١١ حزا entailles  
 (الساعات الـ ١٢ لليل) حيث يتغير الوقت durée حسب الفصول. وهذا الإناء  
 مجهز بثقب صغير فى القاع (الفوهة) ويقيس الماء المتسرب ببطء من الإناء  
 ساعات الليل والنهار، حسب فصول السنة. (رسم لورا دوناتيللى Laura  
 Donatelli - عالمة مصريات - تورينو - إيطاليا).

## XXXII

### مساحة نصف الكرة

#### Surface d'une demi –sphère

- ١- الكرة **une sphère**: الكرة (في اليونانية سفيرا sphai- ra بمعنى كرة boule) عبارة عن جسم صلب يحدده سطح منحنى بحيث تكون كل النقاط على مسافة متساوية تسمى نصف القطر rayon من نقطة داخلية تسمى المركز: والقطاعات المستوية للكرة تكون دوائر é.cercles.
- ٢- نصف الكرة "hémisphère" هو ما يعادل حجم نصف الكرة.
- ٣- مساحة الكرة. يتم الحصول على مساحة الكرة بضرب مربع نصف القطر في ٤.

$$S = 4 \pi R^2$$

وبوجه آخر، فإن مساحة الكرة تساوي أربعة أمثال دائرة كبرى (الدائرة الكبرى le grand cercle، هي المسطح المنحني الذي يتم الحصول عليه بواسطة المستوى الكلي المار بمركز الكرة وهو يقطعها).

- ٤- مساحة نصف الكرة. هي نصف مساحة الكرة

$$S = \frac{\pi 4 R^2}{2} = 2\pi R^2$$




وقد اكتشف المهندس المصرى حوالى عام ١٨٥٠ ق.م، أى قبل أرشميدس (حوالى ٢٨٧-٢١٢ ق.م) بفترة طويلة، صيغة على نفس صعوبة تلك التى يتم بها حساب مساحة نصف الكرة. ومهما كان ماحققه ذلك العالم اليونانى من مجد الذى ولد فى سيراكيوز syracuse، فى صقلية، ومن الواضح أنه كانت لأرشميدس إرهابات ونذرفى وادى النيل، برغم ذلك التمويه والزيف والادعاء للتاريخ الرسمى (والموجه). بمساعدة تلك المحاولات والمماحكات العقيمة من النقاد والمؤرخين المتحيزين!! فالإنجازات المصرية هناك، لا يمكن لأحد أن ينال منها على مدار الزمن.


٥ - لقد قام المصريون القدماء بتخطيط، ورسم وتصنيع الأجسام الكرية boules، أى الكرات sphère، ذات السطح الكرى.


وعلى سبيل المثال العلامة الهيروغليفية O24 "جسم كروى boule"، أى كرة، سطح كروى، { عن قائمة العلامات التى وضعها جاردنر Gardiner (قواعد اللغة المصرية القديمة Egyptian Grammar - ص. ٥٣٠). }

ويُظهر تمثالاً صغيراً للملك تحوتموس Thoutmosis الرابع (١٤٢٥-١٤٠٨ ق.م).

يبدو فيه راکعاً على قدميه، وهو يقدم قرباناً للآلهة بينما يحمل فى كلبا راحتيه جسماً كرياً (شكل ١٣١). إن هاتين الكرتين عبارة عن أوان طقسية مصنوعة من المعدن لا قاعدة لها أو مقبض، وتستخدم لقرابين الماء.

ويعنى التعبير الهيروغليفى: : "هؤلاء الموجودين داخل البيضة" (نص موجود على التوابيت الحجرية ١، ١٦٧). ويشير النص إلى البيضة الأولى الأصلية، التى كانت عند بدء الخليقة. والكتكوت (علامة جاردنر G47) محاط بحيز

مغلق عليه داخل جسم صلب يحده سطح منحنى. وكلمة بيضة نفسها تتقبل أداة تعريف determinative (علامة جاردنر H8) هكذا:  سوحـت swht، بيضة "oeuf".


ولابد أن نسترجع أيضا الكلمة  إنـر inr "حجر pierre"، "صخرة roc"، "كتلة bloc" (من الصخر)، كما تعني أيضا "الشرنقة أو قشرة البيضة coque"، بمعنى الغلاف الصلب الذى يحيط بالبيضة، ويتخذ شكلاً بيضاوياً ovoide كالبيضة نفسها، وبذا يكون التعبير على النحو التالى:


 =  |  = 


الترجمة: عندما يكون الكتكوت فى البيضة (سوحـت swht) ويزقزق فى (م m) القشرة coquille (إنـر inr) (الترتيلة الكبرى لآتون إله أخناتون، الأسرة السابعة عشرة).

ولا يمكننا ترجمة: "عندما يزقزق الكتكوت داخل الحجر (إنـر inr)، بل داخل القشرة (إنـر inr)، باعتبار قشرة البيضة فارغة. وتسمى قدرة الكلمة الواحدة على إعطاء عدة معان "بتعدد المعانى Polysémie"، وهى الحالة هنا: إنـر inr، "حجر"، و"صدفة أو قوقعة، وقشرة بيض"، وذلك حسب السياقات المستخدمة فيها الكلمة. وكلها مسألة وجهة نظر.

وإحياء الصورة واضح، ومن الممكن للمرء أن يتصور القشرة على الوجه الأكمل بأنها البيضة نفسها، وتتمثل القشرة أو البيضة بكرة، أى جسم صلب ذو سطح منحن، بيضاوى. وهو أمر لا يثير دهشتنا.

٦ - والعلامة الهيروغليفية  (جاردنر V30) هى فى آن واحد رمز (إيدىو جرام idéogramme)، وحرف ذو قيمة صوتية (فونو جرام phonogramm).

(أ) - الإيديوجرام (علامة - فكرة: وتشير العلامة على الفور إلى الشيء المرسوم: أو  (نصوص الأهرام، ٥٥٧)، نبت nbt "سلة من أغصان الصفصاف Osier"، "سلة Corbeille": ويظهره الرسم على الفور.

(ب) الفونوجرام (علامة - صوت: والصوت وحده يصدر بحساب، ومن الممكن أن يُعبّر عن محتويات دلالية متنوعة): نبت nb، تتويع على الدولة القديمة ، "سيد seigneur، أستاذ ma^itre"؛ نبت nb، "كل chaque"، "كل tout".

وهكذا كانت الكتابة واللغة المصرية القديمة. ويجب أن نأخذها على علاتها.

٧ - ومن ثم، فمن الواضح أن المسلة المصرية القديمة نبت نيببت nbt, nebet، كانت على شكل نصف دائرة. وهذا ظاهر للعيان.



شكل ١٣١: الملك تحوتموس الرابع (١٤٢٥-١٤٠٨ ق.م) يمسك في يديه فازتين كرويتين لإراقة الخمر للآلهة libation ضمن الطقوس. والآيتان الطقسيان لهما شكل كروي، كرتان، وهما من المعدن. المتحف البريطاني. لندن (no.EA 64564). والملك هنا يتخذ وضعا مصرياً يرجع على الأقل إلى الأسرة السادسة (٢٢٩٠-٢١٥٧ ق.م).

وإذا ما مضينا قدما من الملموس (السلة) إلى المجرد (نصف الكرة)، سنجد أن الرياضيين المصريين القدماء قد أعطوا للكلمة  $\overline{\text{NBT}}$  نبت nbt، "سلة panjer" محتوى هندسى، ورياضى يشير "لنصف الكرة" نبت nbt. وليس هناك ما هو مدعاة للاستنكار حول ذلك. ولقد كانت تلك مسألة تقليد واصطلاح بسيط فى العصور القديمة كما هو فى أيامنا هذه.

ونجد نفس الشيء فى الرياضيات البابلية، فالكلمة "كيپاتو kippatu"، لم تلتزم بمعنى مادى محسوس وهو "حلقة خطام الحيوان (حلقة كانت توضع فى أنف الدابة) anneau"، ولكن بمعنى هندسى ورياضى "دائرة cercle". ويفسر المرء المآثر خارج نطاق التقاليد البابلية أيضا، فى رياضياتهم، لم ترتبط الكلمة "كيپاتو" إلا بمعناها الملموس والمادى. وكان لابد من إلحاق الهزيمة بالوهن الفكرى لكى يؤتى بتلك الكلمة فى معناها المجرد، والعلمى، والرياضى.

٨ - إذا ما نحينا جانبا التقليد الرياضى المصرى، فلا بد أن يكون المرء مستعدا لاعتناق أشد تفسير معكوس هو لا:

$$\overline{\text{NBT}} = \text{NBT} \quad (1)$$

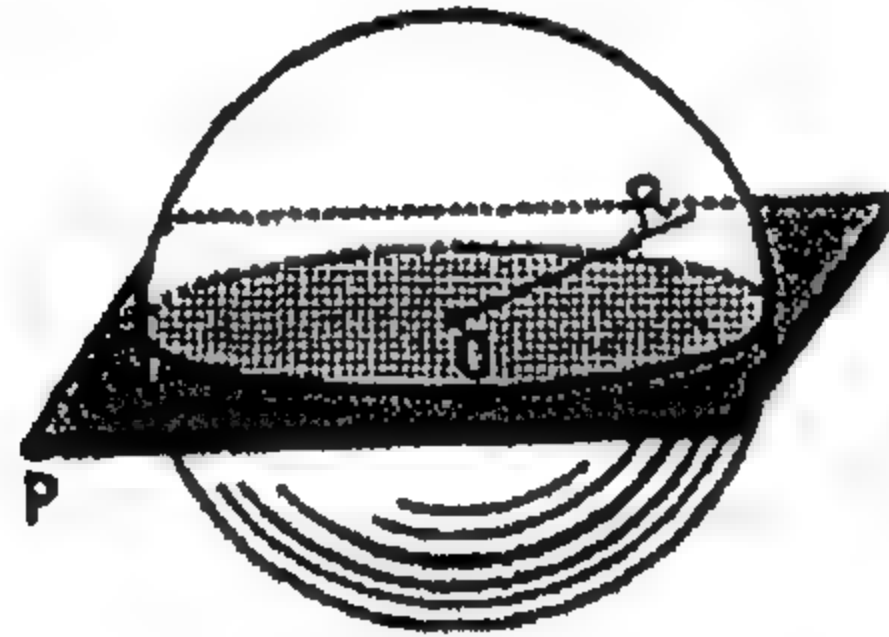
الترجمة: (المعنى المحسوس): "السلة هى نصف حجر" (نبت جس ن إنر nbt gs inr). ومن الواضح أن هذا شىء لا معنى له، سواء فى المجال المحسوس أم المجال الهندسى.

$$\overline{\text{NBT}} = \text{NBT} \quad (2)$$

الترجمة: (المعنى الرياضى): "الشكل نصف الكروى demi - sphère هو عبارة عن نصف كرة (نبت جس ن إنر nbt gs inr). وهذا ما يتفق تماما ويتم فهمه من وجهة النظر الهندسية".















ولم يكن الرياضيون المصريون القدماء يطلبون من تلاميذهم مقدما حساب مساحة السلة، والذي من المفروض أن يكون نصف (جس gs) كتلة من حجر. وجميع الكلمات التي احتفظ بها المفسرون المحدثون من الرياضيين المصريين: "سلة"، "عنصر نبت nbt في شكل سلة"، لـ نبت pour nbt، و"حجر"، و"بيضة"، و"شيء مستدير"، لإنر pour inr، تزيد الأمر غموضا بالنسبة للنصوص العلمية المصرية القديمة. ولو لم تكن هناك تلك الأحكام المسبقة (التي يفرضها الغرب)، والتي يطيعها الناس (بلا وعي)، لكانت الأمور أكثر وضوحا. ترى ماهو ذلك الشيء المستدير، والذي مثل السلة أو القفة نصفه؟

ولابد لنا من أن ننسب ذلك الخلاف القبيح في تفسير المفردات اللغوية الرياضية عند الفراعنة إلى جميع التفسيرات الخطأ التي قام بها مختلف المؤلفين للمسألة رقم ١٠ من بردية موسكو، والتي بحثت بدقة مساحة نصف الكرة حوالى عام ١٨٥٠ ق.م، يقطع كل المسطح المار بالمركز "O" الكرة (O,R)، فى مستوى مقوس: وهو الدائرة الكبرى للكرة.

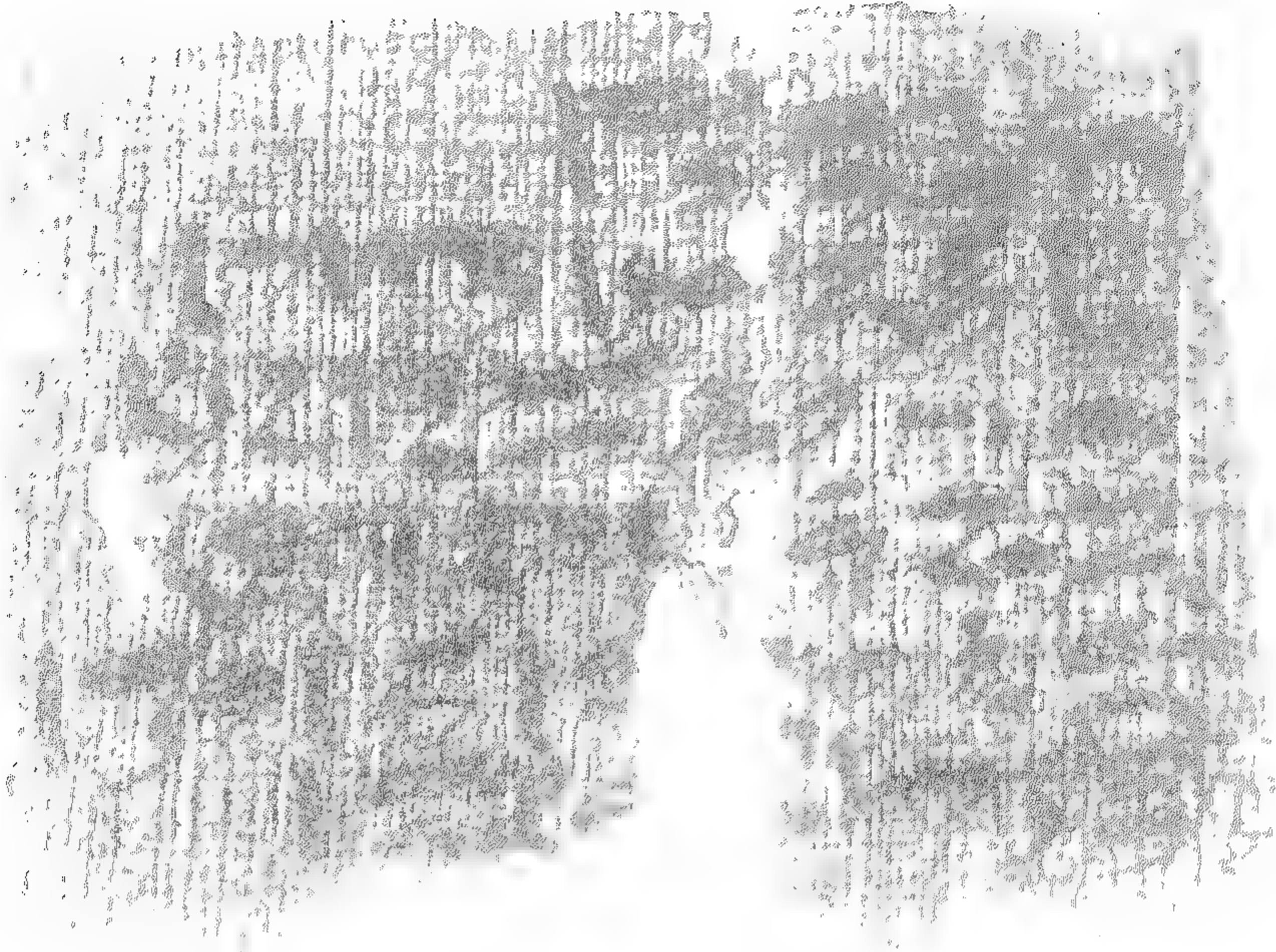


شكل ١٣٢: قطاع مستو لكرة ومساحة الكرة تساوى أربعة أضعاف مساحة الدائرة الكبرى. كما أن مساحة نصف الكرة demi - sphère تساوى نصف مساحة الكرة. وكان المصريون القدماء يطلقون تعبير "الدائرة الكبرى للكرة"، على مستوى القطاع، وهو عبارة عن مستوى مقوس، كإشارة للمصطلح الفنى  $\frac{1}{2}$  د، أدج  $d, a^d j$ ، حيث يكون المحدد déterminatif: أفكارا، وتجريدات عقلانية.

٨ - وفيما يلي نعرض بردية موسكو في معالجتها لمساحة نصف الكرة  
(حوالي عام ١٨٥٠ ق.م).

- (١) 
- (٢) 
- (٣) 
- (٤) 
- (٥) 
- (٦) 
- (٧) 
- (٨) 
- (٩) 
- (١٠) 
- (١١) 
- (١٢) 
- (١٣) 
- (١٤) 





شكل ١٣٣: بردية موسكو (المسألة رقم ١٠).

وتتعرض الأسطر الستة الأولى، من النص الهيراطيقى للمسألة رقم ٦ من بردية موسكو، لمساحة نصف الكرة. ويحتوى السطر رقم ٦ على التعبير  $\bigcirc \text{---} | \text{---} \text{e} \text{---} \text{---}$  ، جس بون إنر  $gs \text{ pw } n \text{ inr}$  ، وهو يمثل النصف (جس بو  $gs \text{ pw}$ ) ل (ن  $n$ ) كرة (إنر  $inr$ ).

وقد استخدمت الكلمة  $\bigcirc \text{---} | \text{---} \text{---}$  إنر  $inr$  ، "صدفة، قشرة بيضة coquille, coque" بمعنى فنى وهو "كرة sphere". ولا يمكن للسلة أن تكون هي نصف (جس  $gs$ ) بيضة (إنر  $inr$ ) أو نصف كتلة من الحجر " (إنر  $inr$ ). والمعنى الحقيقى هو: "نصف الكرة la demi sphere (نبت  $nbt$ ) ، ويكون هو نصف moitié (جس  $gs$ ) ل (ن  $n$ ) الكرة sphere (إنر  $inr$ ).

والنص رياضي، وهندسي للغاية: ففي السطر رقم ٣ هناك سؤال حول القطاع المستوي {  $\frac{1}{2} \pi$ ، أدج  $\hat{d}$ , adj } للكرة، (نبت nbt)، وهو الدائرة الكبرى للكرة، والتي يحدد النص قطرها بدقة (تب-ر tp-r).

### الترجمة:

(١) مثال (تب tp) ل (ن n) حساب (إرت irt) { للمساحة } لنصف كرة (نبت nbt).

(٢) افرض أن (مى دد ن.ك mi dd n.k): نصف كرة (نبت nbt) ب (م m) قطر (تب-ر tp-r)

(٣) ل (ر r)  $\frac{1}{2} \pi$  فى (م m) مستوى القطاع (د d).

(٤) يمكنك الحل بحيث (حاو دا.ك h3w di.k) اعرف أن (رح.إ rh.i) مساحتها (3حت.س 3ht.s).

(٥) لحساب (إر.ك ir.k: "قد يمكنك حساب"  $\frac{1}{9}$  ال (ن n) ٩ وبسبب ذلك (حر نفف إر hr ntt ir "لأن") نصف الكرة (نبت nbt).

(٦) هذا هو النصف (جس بو gs pw) ل (ن n).

(٧) يمكنك الحل بحيث (إر- حر.ك ir- hr.k) يمكنك حساب (إر.ك ir.k) الباقي (د3ت d3t) بمعنى (م m) ٨.

(٨) يمكنك الحل بحيث (إر- حر.ك ir- hr.k) يمكنك حساب (إر.ك ir.k)  $\frac{1}{9}$  ال (ن n) ٨.

(٩) النتيجة (حبر- حر hr-pr-hr) هي  $\frac{2}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{18}$ . يمكنك الحل بحيث (إر- حر.ك ir-hr.k).

(١٠) يمكنك حساب (إر.ك ir.k) الباقي (د3ت d3t) لذلك (نت ب 3 nt p3) ٨ بعد (ر- 3 3 r-) {بالطرح}.

(١١) هذا (ب3 3 p3)  $\frac{2}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{18}$ . النتيجة (حبر hpr - حر hr) هي  $\frac{1}{9} + ٧$ .

(١٢) (وبذا) يمكنك الحل بحيث (إر- حر.ك ir-hr.k) يمكنك ضرب (إر.ك ir.k)  $\frac{1}{9} + ٧$  في (سب sp)  $\frac{٤١}{٢}$ .

(١٣) النتيجة (حبر hpr - حر hr) هي ٣٢. إذن (مك nk) مساحتها (3حت.س بو 3ht.pw: "وهذه مساحتها")

(١٤) لقد وجدتَ (جم.ك gm.k) على الوجه الأكمل (نفر nfr).

٩ - وتتواجد المفردات اللغوية الفنية على النحو التالي:

• تب tp، "مثال"، "طريقة"، "تمرين" (رياضيات).

• إرت irt، "حساب"، "مسألة" (رياضيات).

• نبت nbt، "تصف كرة" (حرفيا: "قفة panier"، "سلة corbeille").

• تب-ر tp-r، "قطر diameter" (لدائرة).


• جس gs، "تصف".

• د، أدج aj^، d، "قطاع مستوى" (لكرة) (حرفيا: "شريحة


tranche"، "حافة، حرف bord"، "طرف rebord"، "هامش، حافة marge").


• 3حت 3ht، "مساحة"، "مسطح".


• إر، إري ir، iri، "يحسب"، "يحل" (مسألة رياضية).


○ =  إنر inr، "كرة" (حرفيا "قوقعة"، "قشرة بيضة").  
المحدد ○ (لوفيفر lefebvre، قواعد اللغة المصرية الكلاسيكية  
Z11a: Grammaire de l'egyptien classique) يؤكد الشكل الدائري للكرة.

د3 ف، "باقى"، "توازن".

○  حبر - حر hpr-hr، "نتيجة" (جاردنر Gardiner: قواعد اللغة  
المصرية القديمة Egyptian Grammer، § ٤٣١)

○  ر - س s33 - r، "بعد"، بعد إجراء عملية الطرح  
(جاردنر Gardiner: قواعد اللغة المصرية القديمة Egyptian Grammer،  
§ ١٧٨)

.....  إر، إر... سب ir, iri...sp، "يضرب س... فى  
multiplier x ...fois".

○  جم.ك، "لقد وجدت"، "إجابتك"، نفر nfr، نيفير nefer،  
"مدهش"، "صحيح"، "تمام".

١٠ - كانت خطوات الحل التى يتبعها الكاتب المصرى القديم على النحو  
التالى:

$$9 \times 1/9 = 1$$

$$9 - 1 = 8$$

$$8/9 = 2/3 + 1/6 = 1/18$$

$$8 - 8/9 = 8 - (2/3 + 1/6 + 1/18) = 7 + 1/9$$

$$(7 + 1/9) \times (4 + 1/2) = 32$$

وتلك هى المساحة المطلوبة.

١١ - وتتفق إجابة الكاتب المصري القديم تماما مع صيغة حساب مساحة نصف الكرة:

$$S = 2 \pi R^2 = 2 \pi (2 + 1/4)^2 = 32$$

ونصف القطر (R) هو:  $2 + 1/4 = 2 + 1/2 : 4$ ، والنسبة التقريبية  $\pi = 3,16$  (طبقا للقيمة المصرية القديمة).

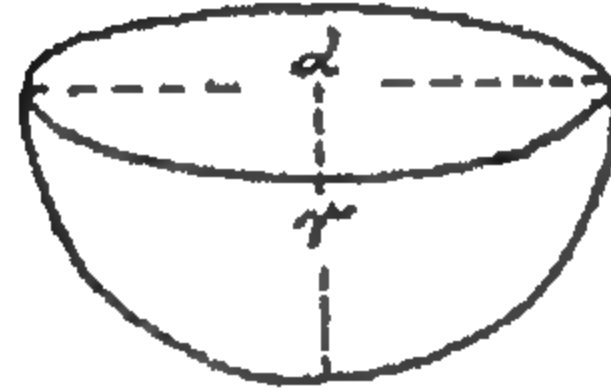
١٢ - ولو كان الموضوع متعلقا بمساحة نصف دائرة، فربما كانت الإجابة ٨، وليس ٣٢ كما هي الحالة وإذن فالحالة بالفعل تتعلق بمساحة نصف كرة. مساحة الدائرة:

$$S = \pi (2 + 1/4)^2 = 16$$

مساحة الكرة (مساحة الدائرة  $\times ٤$ ) = ٦٤

مساحة نصف الكرة:

$$S = 64/2 = 32$$



شكل ٣٣ مكرر: نصف الكرة (نبت nbt).

وإذا ما افترضنا أن نبت Nbt هي نصف الدائرة فإن:

$$d = 4 + 1/2$$

$$r = d/2 = 2 + 1/4$$

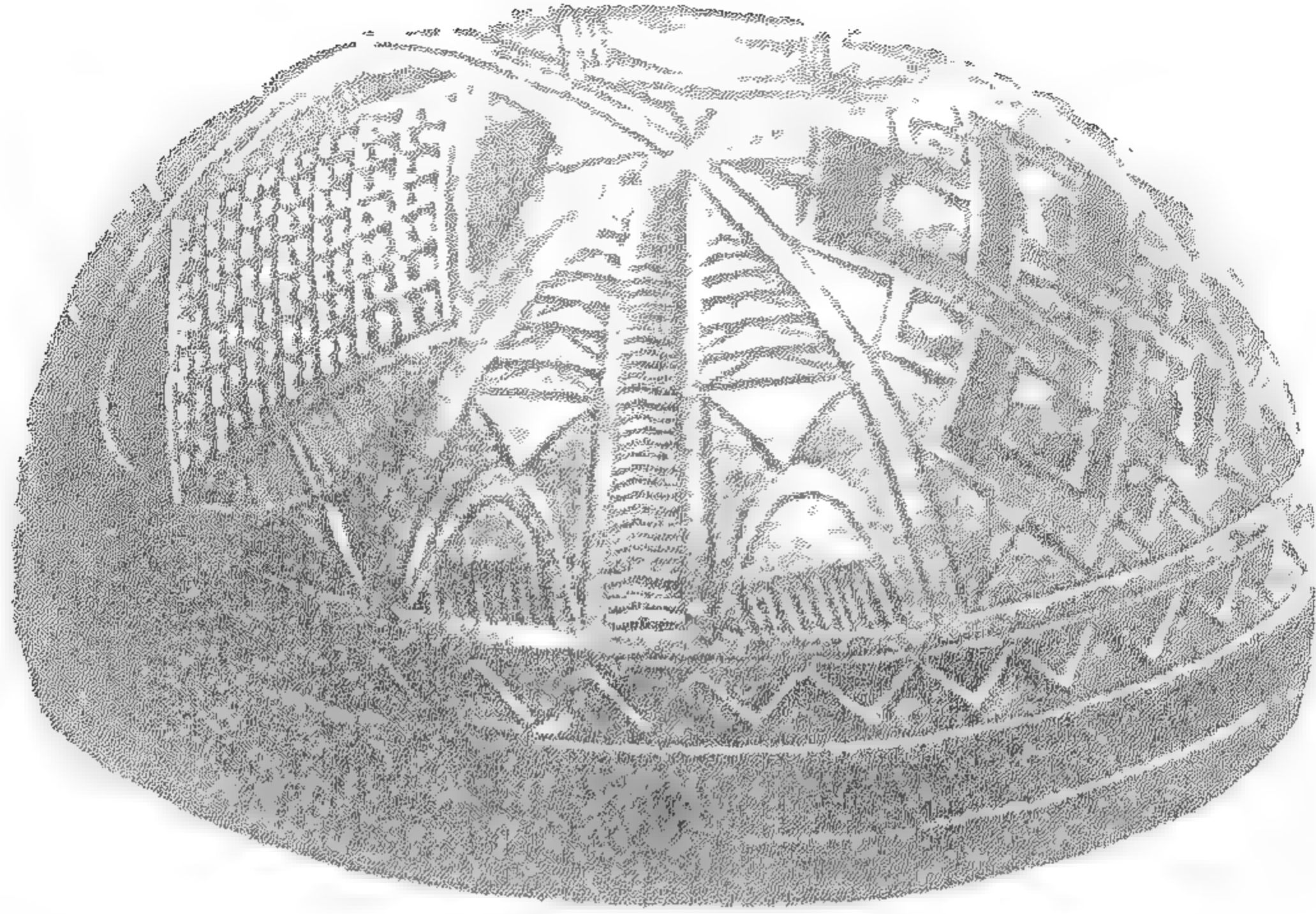




شكل ١٣٤: فتاة تمسك في يدها اليسرى وعاء للدهان على هيئة نصف كرة.

رسم جدارى فى مقبرة بطيبة (الأسرة الثامنة عشرة). فيما مضى كانت  
ضمن مجموعة بنزايون، القاهرة.





شكل ١٣٥: آنية عليها نقوش محفورة، وهي على شكل ثمرة اليقطين (القرع).

ثقافة يوروبا Yoruba، إقليم اللورين Ilorin، نيجيريا،

وتلك الأواني تستخدم كمقياس عياري، وعنصر جمالي، وتتميز بموتيفاتها الزخرفية الهندسية شديدة التنوع والأصالة. وتوجد تلك الوثيقة حالياً في المتحف البريطاني بلندن.

وتلك الأنواع من الأواني ليست على هيئة نصف إسطوانة بل نصف كرة hémisphère. ولهذا كان لدى الشيخ أنتا ديوب Cheikh Anta Diop أسبابه المنطقية عندما وضع ذلك التناظر الهندسي:

نبت = سلة = آنية على شكل ثمرة اليقطين = نصف - كرة.

وهكذا يتيح الواقع الأفريقي فهما وافيا للكلمة من الناحية الرياضية نبت nbt كما تظهر في المسألة رقم ١٠ من بردية موسكو (حوالي ١٨٥٠ ق.م). لقد قام المصريون القدماء بحساب مساحة نصف الكرة.

## XXXIII

### تربيع الدائرة

### Quadrature du cercle

### أرشميدس ومصر

١ - كان تربيع الدائرة quadrature du cercle من المشاكل الكبرى فى الرياضيات اليونانية القديمة. إلا أن المهندسين المصريين القدماء كانوا هم من عالجوا تلك المشكلة للمرة الأولى فى تاريخ الرياضيات.

ولم يكن تصور ريتشارد ج. جيلينجز Richard J. Gillings يناقض ذلك: "But his method allows him to find a square nearly equal to - a circle, so that we can credit A'hmosè with being the first - authentic circle - squarer in recorded history!" جيلينجز Richard J. Gillings، الرياضيات فى عصر الفراعنة Mathematics in the time of pharaohs، نيويورك، منشورات دوفر dover، ١٩٨٢، ص. ١٤٥) الترجمة (من الفرنسية):

"ولكن طريقته تتيح له أن يكتشف مربعا مساويا تقريبا للدائرة، بحيث يمكننا أن نتحقق من أن أحمس Ahmes يعتبر أول مهندس مصرى أصيل يرسم دائرة داخل مربع على مدار التاريخ المسجل!".

ولقد كان أحموس A'h-mosè، أو أحمس Ahmes هو الكاتب - الرياضى الذى قام، حوالى عام ١٦٥٠ ق.م، بنسخ النص الرياضى المصرى المعروف اليوم تحت اسم "بردية راند Rhind". والواقع أن طريقة البحث فى تربيع الدائرة قد ظهرت لأول مرة فى التاريخ المدون للرياضيات، مع المسألة رقم ٤٨ من تلك البردية.

وهكذا يمكن القول إن البرنامج البحثي الذي طوره أرشميدس السيراكيوزي Archimède de Syracuse (فيما بين الأعوام ٢٨٧ - ٢١٢ ق.م) لتربيع الدائرة، كان بعد المصريين القدماء (حوالي عام ١٦٥٠ ق.م)، والمهندس هيبوقراط الكيوسي Hippocrate de Chios (القرن الخامس قبل الميلاد) بزمان طويل.

٢ - وقد بدأ أرشميدس اهتمامه بالأشكال التي ترتبط أطوالها، وعروضها، ومساحاتها، وأحجامها بتلك التي للدائرة (الكرة، الإسطوانة، المخروط، والأشكال الحلزونية).

وفي مرحلة ثانية، درس أرشميدس الأشكال المنحنية الخاصة (القطع الزائد paraboles، واليلاليات lunules)، والتي يمكن تربيعها.

وفي المرحلة الثالثة والأخيرة، طرح أرشميدس طريقة لحساب مقاسات الدائرة.

٣ - وفي عصر أرشميدس، لم يكن المعهد الرياضي gymnase يترك سوى مكان ضئيل للأنظمة العلمية، فيما يخص الرياضيات والهندسة. وفوق ذلك، فلم يكن هناك في سيراكيوز - مسقط رأس أرشميدس - أي معهد دراسي أعلى من المعهد الرياضي.

ومن الواضح أن من كانت لديه الرغبة في أن يصبح عالما كان عليه التوجه إلى الإسكندرية... على الأرض الأفريقية لمصر.

ومثلما حدث من قبل لطاليس Thalès من ميليه Milet، أو فيثاغورث من ساموس، Samos قام أرشميدس برحلة إلى مصر، حيث جاء من سيراكيوز، حوالي منتصف القرن الثالث قبل الميلاد. وفي ذلك الوقت كانت المعارف الفلكية، والطبيعية، والرياضيات وعلوم الميكانيكا، ودراسات الطبيعة، والأدب، وقواعد اللغة، والجغرافية، مزدهرة في الإسكندرية. ولقد كان هناك في مكتبة متحف الإسكندرية أكثر من ٥٠٠,٠٠٠ مخطوط بردي: وتراجيديات سوفوكليس

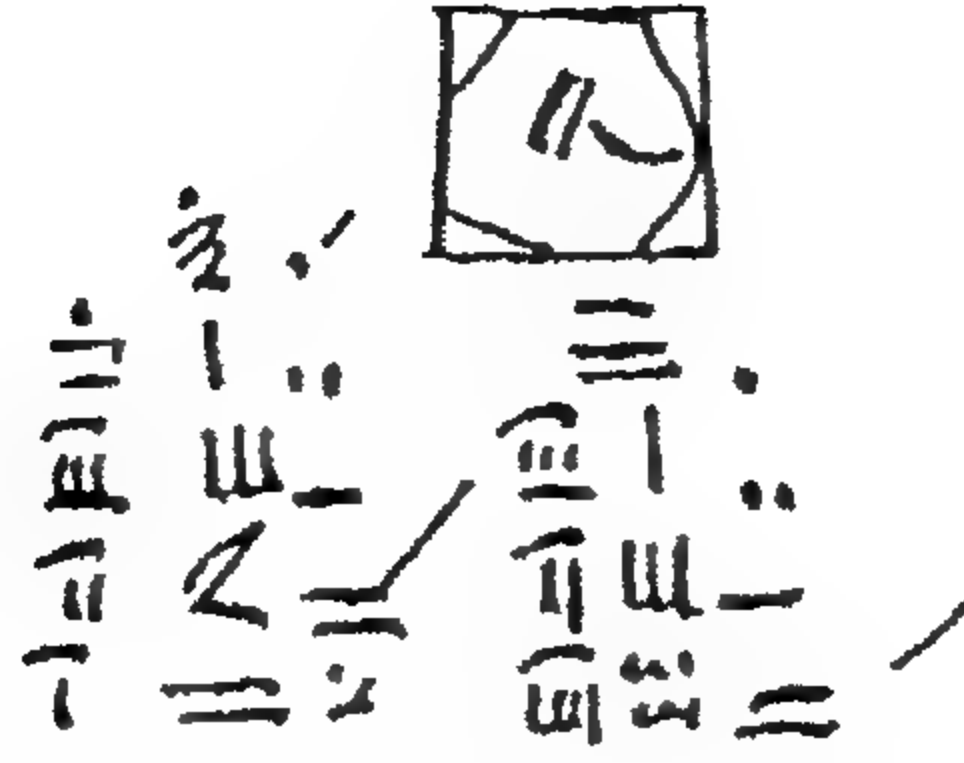
Sophocle، ويوريبيدس Euripide، وأسخيلوس Eschyle، والكوميديات الكبرى لأريستوفان Aristophane.. إلخ، وكان هناك تراث أفلاطون Platon، وروايات الرحالة، وكتابات الشعراء، من الذين نقلوا إلينا صورة العالم القديم مثل أناكسيماندر Anaximandre، وأناكسيمان Anaximène، وأريستارك Aristarque، وكتابات هؤلاء الذين قالوا لنا كيف كانت الأعداد: فيثاغورث Phythagore، وعناصر إقليدس Les Eléments d'euclide (ثلاثة عشر مجلدا).

إلا أنه كان هناك الميراث الفرعوني الهائل مقروءا بين العلماء كالكهنة والمسؤرخين من أهالي البلد في القرن الثالث ق.م، ولقد اختفى اليوم المؤرخ الشهير مانيتون Mnéthone، مؤلف "تاريخ مصر اليوم" إلا أن علماء المصريات في أيامنا هذه، ليس أمامهم سوى اتباع حوليات مانيتون Chronique Manéthonienne عن الأسر الفرعونية.

لقد كان أفلاطون وأرسطو، في زمانهما يحتفيان بالابتكارات الفلكية والرياضية، والفنية، واللغوية للعبرية المصرية.

وبالنسبة لكونون canon، المهندس السكندري، فقد عرف هو الآخر مثل أرشميدس خاصية الانحناء المدهش، بعمل عدة لفات حول نقطة تبتعد في كل لفة إلى مسافة أبعد: أى اللولب أو الحلزون. ولم يكن لدى أرشميدس شيء يكتبه قبل قدومه إلى مصر. وهو لم يقم بتحرير بحوثه ودراساته في الرياضيات إلا بعد عودته إلى سيراكيوز بعد ذلك بسنوات طويلة، وفي جهة أخرى كان لديه أفكار كونون، والذي كان يستطيع فهم كتاباته ويعتمد عليها في إقامة حكم سليم.

٤- تربيعة الدائرة في مصر. والعمليات التالية تظهره على أرض الواقع.

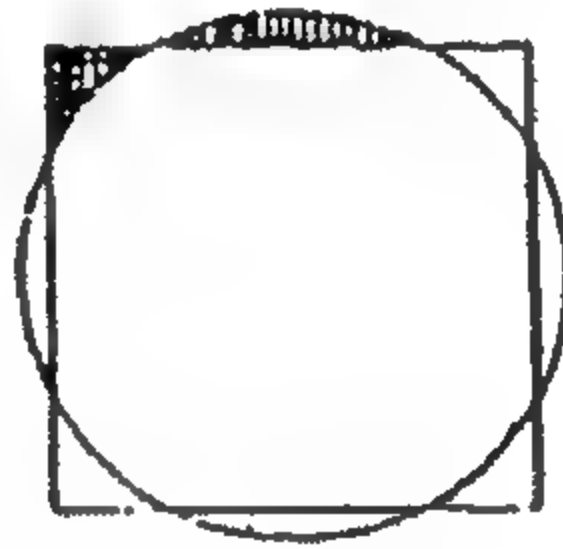


شكل ١٣٦: تربيع الدائرة في مصر (حوالي عام ١٦٥٠ ق.م)

وتلك المسألة رقم ٤٨ في بردية إندر ويمثل ذلك الشكل المرسوم بمعرفة الكاتب دائرة مرسومة داخل المربع. وقيمة العلامة داخل الشكل هي ٩: وهو طول ضلع المربع وقطر الدائرة في نفس الوقت. إذن فطول ضلع المربع يساوي قطر الدائرة. ويحسب الكاتب مساحة المربع:  $9 \times 9 = 81$ .

ثم يحسب مساحة الدائرة:  $8 \times 8 = 64$ .

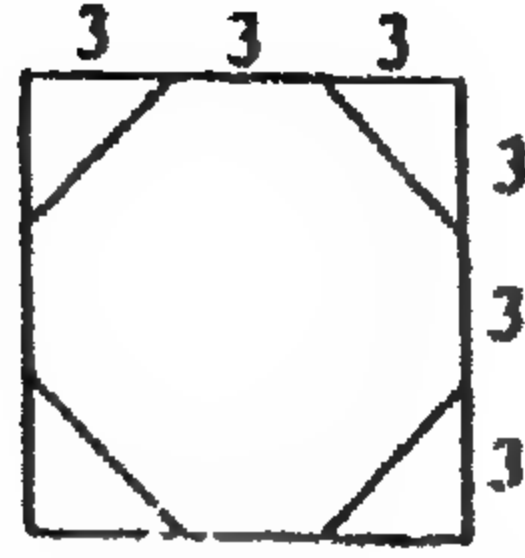
ويبرر ذلك: أن المربع والدائرة يرتبط فيهما الضلع والقطر بالعلاقة  $9/8$ . ومساحتهما متساوية تقريبا. وبذا تزيد الدائرة على المربع (الجزء المهرش) وفي نفس الوقت، نجد أنها نفس نسبة زيادة المربع على الدائرة (الجزء المربع).



شكل ١٣٧: مساحة المربع والدائرة متساويتان تقريبا ومن الممكن أيضا تفسير المعطيات المصرية لتلك الطريقة الأخرى.

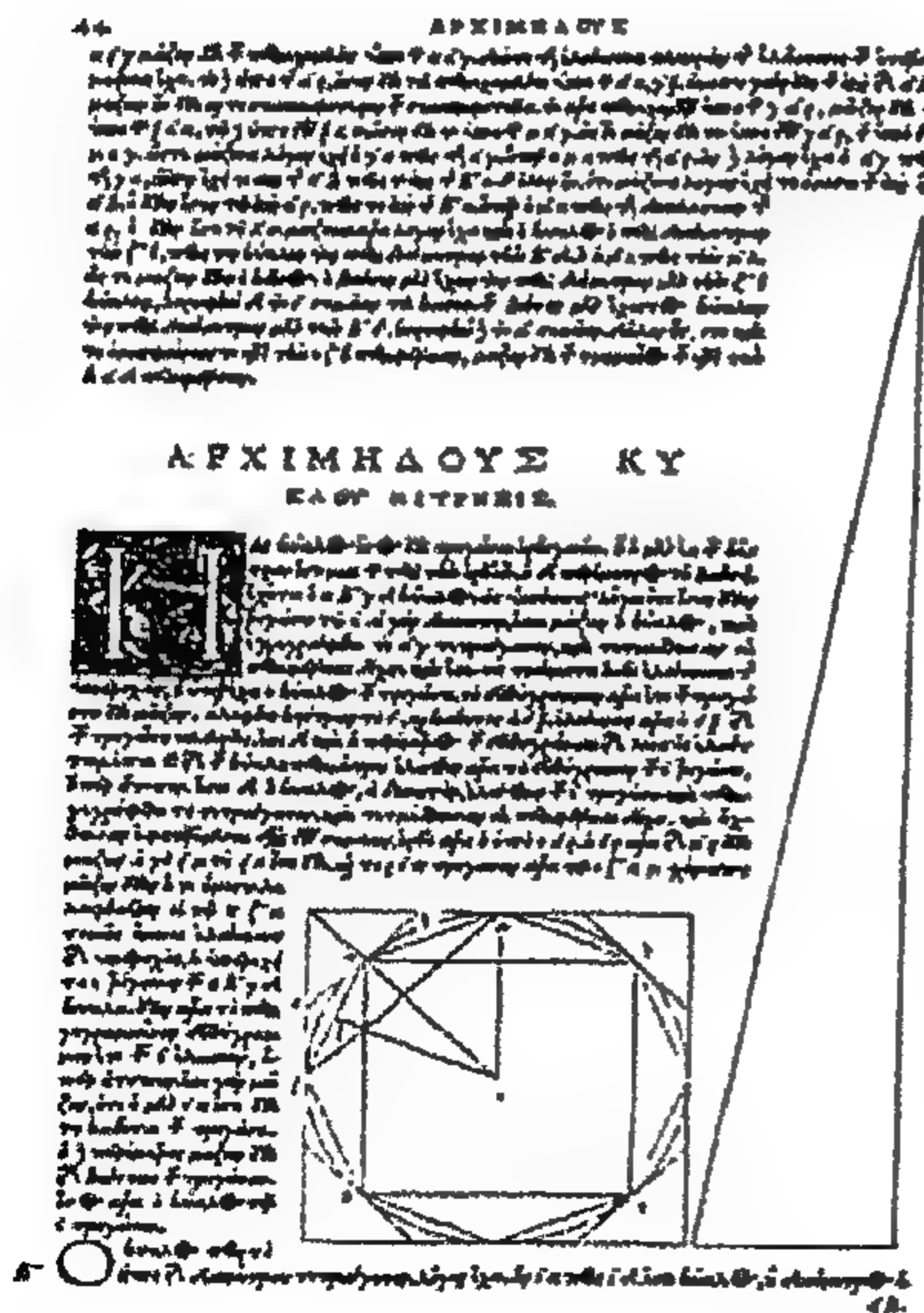
فالدائرة تمثل مئنا غير منتظم مبينة فيه الأبعاد على الشكل المرسوم فيما بعد (شكل ١٣٨) والذي مساحته ٦٣، غير أن الرقم ٦٤ كان مفضلا عند الكاتب لأنه مربع كامل carré parfait.





شكل رقم ١٣٨: دائرة ممثلة بمثلث غير منتظم.

ومساحة المربع:  $9 \times 9 = 81$  وهى مساحة أربع مثلثات متساوية الساقين وهم يكونون معا مربعين صغيرين ضلعهما  $= 3$ ، ومساحتهما  $(3 \times 3) \times 2 = 18$  وبذا تكون مساحة الدائرة  $81 - 18 = 63$ ، وتفضيل 64 على 63 حيث إنه عدد مربع كامل carré parfait وعموما، فقد قارن المصريون المربع مع الدائرة المحيطة به. وي طرح ذلك مسألة تحديد العلاقة بين القطر والضلع. وقد أثبتوا أن الدائرة كانت مساحتها أكبر. ومن ثم بحثوا فى إمكانية أن تكون مساحة المربع مساوية تقريبا لمساحة الدائرة، أى أن المربع يتوسط بين المربع المحيط بالدائرة والمربع داخل الدائرة. وقد لاحظ المصريون القدماء النسبة  $9/8$  والتي أو جدوا فيها ضلع المربع وقطر الدائرة.



شكل: ٣٩: تربيع الدائرة الذى قام به أرشميدس وبداهة فقد كان هناك مفهوم معين للعلاقات الهندسية. ويجب أيضا إيضاح مفهوم ثبات تساوى مساحات الدوائر والمربعات، والتي تحقق العلاقة  $9/8$ ، مهما كانت أبعاد تلك الأشكال. ويقارن ذلك الثبات بالنسبة التقريبية  $\pi$  (Pi)، والذي تمثل بين العلاقة ونصف القطر للدائرة ومن خلال تلك العلاقة  $9/8$  ن كان المصريون القدماء أول من قام بمحاولة فى تاريخ الرياضيات، لحل مسألة تربيع الدائرة.



٥ - تربيع الدائرة بمعرفة أرشميدس قبل أرشميدس وبعد إنجازات المصريين القدماء، أوضح إقليدس Euclide في كتابه الثاني عشر المعروف بالناصر Éléments، إنه لكل دائرة هناك علاقة ثابتة بين مساحة تلك الدائرة ومساحة مربع يكون ضلعه مساويا لنصف قطر الدائرة.

وقد تناول أرشميدس في مقالة "قياس الدائرة" موضوع تربيع الدائرة (شكل ١٣٩).

## XXXIV

### المخروط، الكرة، الإسطوانة

#### أرشميدس ومصر

كان المصريون القدماء يعرفون الأشكال الهندسية التالية:

إون iwn "المخروط"، إنر inr "الكرة"، وسى إى 3' š dbn "الإسطوانة". وكانوا يعرفون طرق حساب (ايرى iri) المساحة (إح ت 3ht) لنصف الكرة ن ب ت nbt، (3' š) للمخروط الناقص، وكذا المخروط الناقص للساعة المائية clepsydre، وأخيرا حجم الإسطوانة:

إون iwn، أو ون ن iown، "مخروط".

سنت snrt، سينيت senett "قاعدة" (المخروط).

ك ي و k3y، كى kay "الارتفاع" (للمخروط).

إس إى k3y، كى kay "الارتفاع" (للمخروط).

إن ر، إنير "iner" "كرة". المحددة له مغزى قوى للغاية.

ن ب ت، نبيت nbt، nebet، "نصف الكرة" "hémisphère".

âdj، d "قطاع مستوى من الكرة" الدائرة العظمى للكرة.

ت ب - ر، تيب-اير tep-er، tp-r، "قطر" (الدائرة).

إح ت، أحييت ahēt، 3ht "مساحة"، "مساحة"، "مسطح".

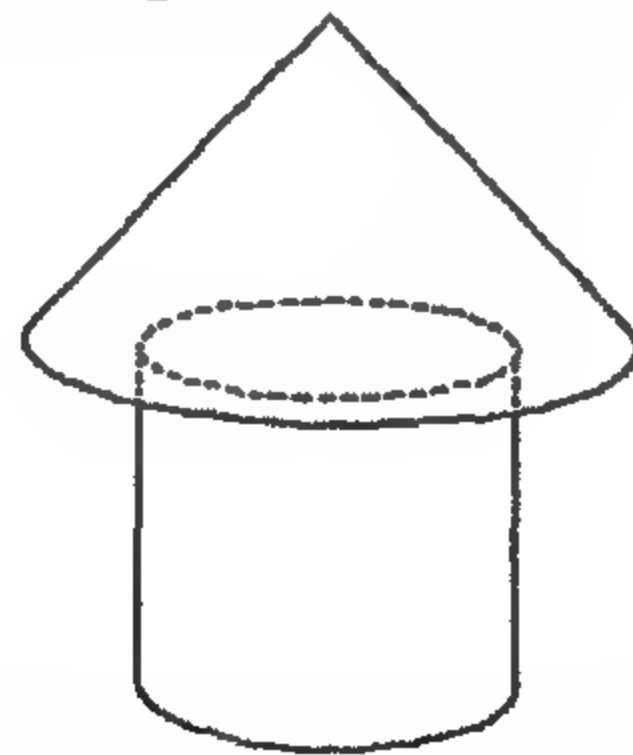
ج س، حبس gs، gcs "نصف"، "نصف" (نصف لنكل، لوحده).

س، ش، shaa، s 3'، "العجم".

٢ - وعند حساب مساحة نصف الكرة بدقة حوالى عام ١٨٥٠ ق. م (المسألة رقم ١٠ فى بردية موسكو)، ولم يكن المصريون القدماء بمستطيعين بالتالى أن يهملوا مساحة الكرة كلها.

٣- والصيغة الدقيقة لمساحة الكرة تكون مماثلة للصيغة التى تعطى مساحة الإسطوانة المجانية exinscrit للكرة وبطول مساو لقطر الكرة. ولقد كان و.و. شتروفيه W.W. Struve صائبا فى تفكيره بأن المصريين القدماء لم يكن تنقصهم عملية الربط بين هذين الشكلين، الكرة والإسطوانة، وذلك لكى يستنتجوا طريقة عامة عملية - نظرية فى دراسة الدولة للفنون الجميلة فى موسكو W.W. Strufe, math ematische papyrus des staattichen musems schönen künste in Moskau، وذلك ضمن "مصادر ودراسات فى تاريخ الرياضيات... quelle und studien zur geschichte der mathematic... برلين، A, I, ١٩٣٠، ص ١٨٠)

وإذا ما اقتنع المرء بعالم موضوعى مثل و.و. شتروفيه، فربما يكون من المحتمل أن المصريين القدماء لم يهملوا النظر فى وضع علاقات فى المساحة والحجم لهذين الجسمين المصمتين، الكرة والإسطوانة. وفى باقى أنحاء أفريقيا السوداء، سواء المألوفة أو الموجودة فى العمق، نجد أن ارتباط الكرة، والمخروط، والإسطوانة من الأمور المعتادة المعمول بها فى الهندسة المعمارية.



شكل ١٤٠: منزل على هيئة مخروط - إسطوانة فى أفريقيا السوداء: هندسة وعمارة. ويقطع الجدار الإسطوانى السقف المخروطى فى دائرة. ويظهر هذا الشكل تماما تقاطع الخطوط. (كلوديا زاسلافسكى Claudia Zaslavsky،

أفريقيا تحسب Africa تحسب، العدد والنمط في الثقافة الأفريقية  
Number and pattern in African culture, Westport, Lawrence Hill & C°  
منشورات عام ١٩٧٩، ص ١٥٩ - شكل ٥ - ١٣)

٣ - وفي دراسته عن الكرة والإسطوانة، ذكر أرشميدس واحدة من أشهر  
نتائج الهندسية: "كل إسطوانة تكون قاعدتها الكبرى هي الكرة، ويكون ارتفاعها  
مساويا لقطر تلك الكرة، يكون حجمها مرة ونصف المرة تلك الكرة، كما تكون  
مساحتها، بما فيها القاعدتان مرة ونصف المرة مساحة تلك الكرة ٢٢٠. ولا بد أن  
نفهم أنه لكي نحصل على حجم مساحة كرة ذات حجم غير معروف وتكون  
مرسومة داخل إسطوانة، فيكفي أن نقسم الحجم والمساحة الكلية للإسطوانة على  
١,٥.



شكل ١٤١: منزل مخروطي إسطواني في النوبة.

وعاء من الطين: أي شكل منزل مخروطي إسطواني.

وهو شكل منتشر كثيرا في أفريقيا السوداء في ثقافة الكيرما Kerma (١٧٥٠ - ١٥٥٠ ق.م).

الارتفاع ١٠٦ سم. ملون.

الخرطوم. متحف السودان القومي رقم ١١٩.

وتثبت تلك النتيجة التي توصل إليها أرشميدس أنه لو كان لدينا مخروط، وكرة، وإسطوانة، لهم نفس الارتفاع والقطر، وإذا ما حددنا حجم المخروط بواحد صحيح، فسيكون حجم الكرة، وحجم الإسطوانة. وتكون تلك الأشكال الثلاثة المخروط والكرة والإسطوانة عائلة، ويرتبط قياسهم بقياس الدائرة. فهي ثلاثة أشكال دائرية. ولما كان أرشميدس قد رسخ علاقة بين الكرة والمخروط، فقد توصل للنتيجة التالية: تمثل مساحة الكرة أربعة أمثال مساحة المخروط.

وبالنسبة للإسطوانة، فقد ثبت من قبل أن المخروط الذي له نفس طول الإسطوانة ستكون مساحته ثلثي الإسطوانة. وتساوي الكرة ذات نصف قطر  $R$  أربعة أمثال مخروط ارتفاعه  $R$  (وقاعدته تساوي دائره الكبرى للكرة): ويساوي ذلك مخروطين بارتفاع  $2R$ . وإذا ما رسمنا الكرة داخل إسطوانة: وارتفاعها يساوي  $2R$ . وستكون مساحة الإسطوانة مساوية لثلاثة مخاريط، والكرة مخروطين: ومن ثم تكون الإسطوانة مساوية لمرّة ونصف مساحة الكرة، وينطبق ذلك على مساحتهم مثلما ينطبق على أحجامهم.

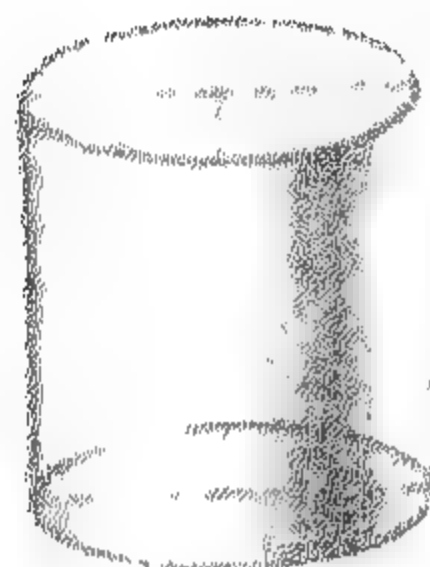
وقد أكد شيشرون Cice'ron (١٠٦-٤٣ ق.م) أن مقبرة أرشميدس في سيراكيوز لا تحمل أي اسم، بل عليها نقش لكرة مرسومة داخل إسطوانة.



المخروط: شكل يتولد من دوران مثلث.



الدائرة: شكل يتولد من دوران دائرة.



الإسطوانة: شكل يتولد من دوران مربع (أو مستطيل)

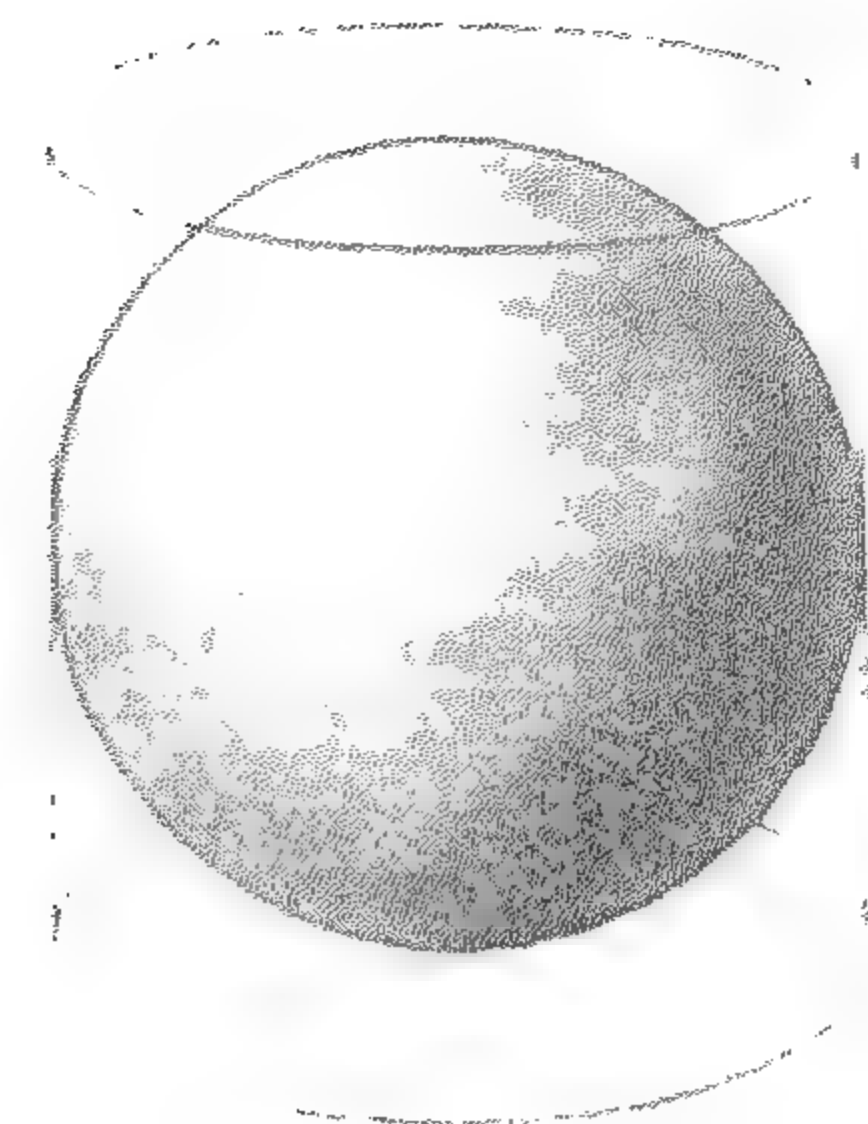
شكل ١٤٢: المخروط، الكرة، والإسطوانة: عائلة واحدة.

إن تلك الأشكال الثلاثة تكون "عائلة Famille": فهي ذوى أشكال دائرية وقياسهما يرتبط بقياس الدائرة.

وعندما وضع أرشميدس دراسته عن الكرة والإسطوانة، نجده قد بدأ من علاقة المخروط بالإسطوانة، المعروفة منذ أيام أيودوكس الكينيدي<sup>(\*)</sup> Eudox de Cnide، وكان فلكيا ورياضيا يونانيا (حوالي ٤٠٦ - حوالي ٣٥٥ ق.م)، واستقر في مصر منذ فترة دراسته: "و يقال إن أيودوكس قد درس على يد خونوفيس Chonopis (وكلمة خنوم Khnoum تعنى الكامل فى اللغة المصرية القديمة) فى مدينة ممفيس" (بلوتارك Plutarque، إيزيس وأزوريس، ١٠).

(\*) نسبة إلى بلده كينيديا أو كيندوس وكانت تقع شمال رودس، وهى فى تركيا الآن - المترجم.





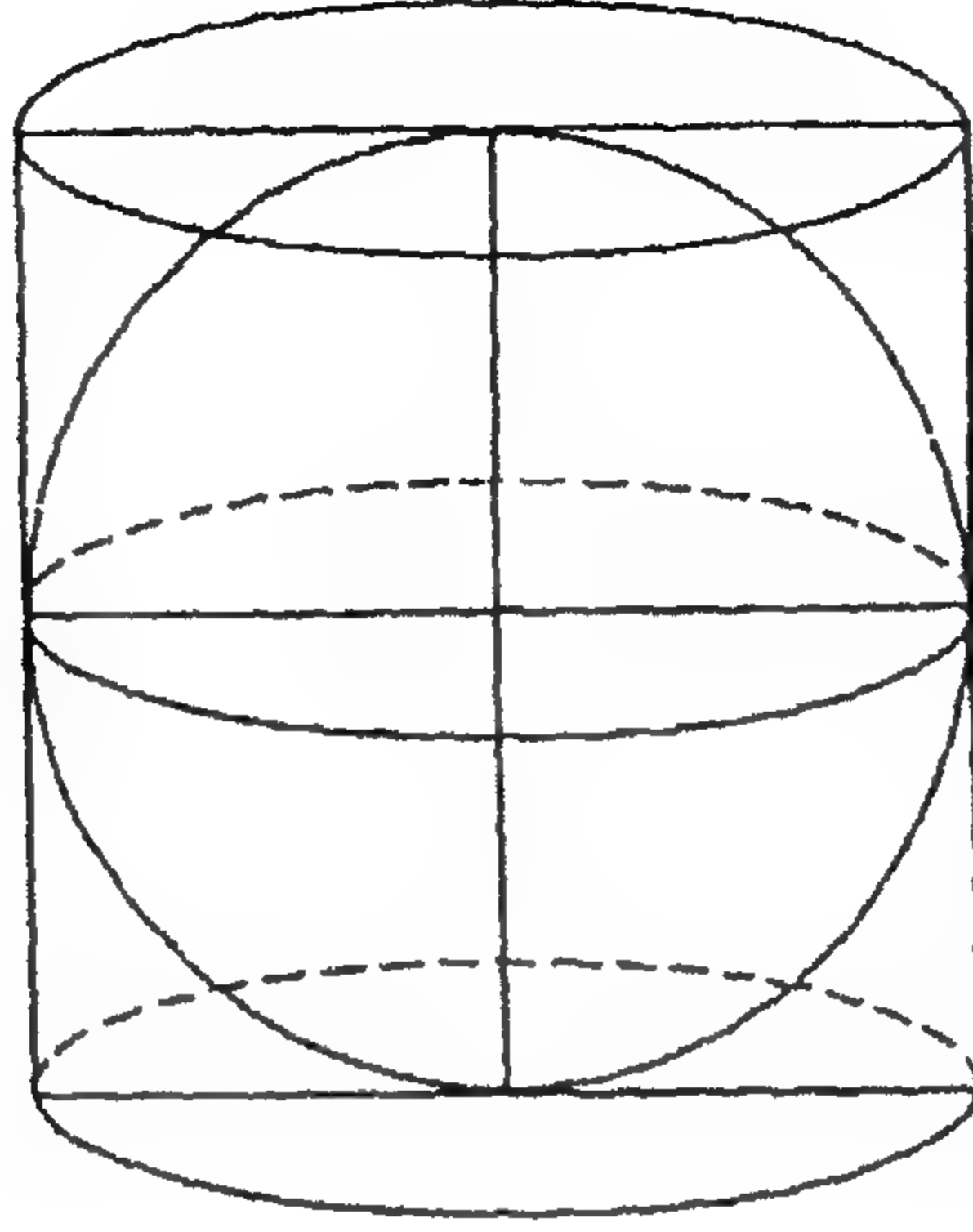
شكل ١٤٣: حول الكرة والإسطوانة.

وفي دراسته بنفس العنوان الموجود أعلاه، ذكر أرشميدس أن حجم الإسطوانة التي تحيط بها، ويحمل شاهد قبرة التمثيل الهندسي المناظر لمقولته، ويقال إن الجنرال الروماني مارسيلوس Marcellus هو الذي حقق تلك الأمنية لأرشميدس السيراكوزي، كما قيل إن شيشرون قد اهتمى للمقبرة بفضل ذلك الشكل الهندسي.

وفي دراسته "حول الكرة والإسطوانة" قام أرشميدس بوضع علاقات قياس بين الأسطح المنحنية، بالنسبة للأسطح المستوية.

فحدد مساحة الدائرة كدالة لنصف قطر، وحسب المساحة العرضية للمخروط الناقص بدءاً من مساحة دائرة القاعدة لذلك المخروط أو الدائرة الكبرى للكرة.

وقبله، وكان المصريون القدماء قد قاموا بحساب نصف قطر قاعدة المخروط وهي على شكل دائرة، وغامد L'apotheme للمخروط، ومساحة قاعدة الإسطوانة الدائرية القائمة، وحجم الإسطوانة (المسألة رقم ٤١ من بردية راند)، مساح، نصف الكرة (المسألة رقم ١٠ من بردية موسكو). إن ذلك في الواقع هو مبادئ الهندسة الفراغية التي لم يكن لها أي أثر في اليونان إلا في عصر أفلاطون.



شكل ١٤٤: إسطوانة مرسومة حول الكرة.

تلك هي الحالة الوحيدة حيث يتساوى ارتفاع الإسطوانة مع قطر دائرة القاعدة، وهو نفس قطر الكرة المرسومة داخل الإسطوانة، ويمثل ذلك أهمية خاصة (شيخ أنتا ديوب، "الحضارة أم البربرية" Civilization au Barbarie، باريس، التواجد الأفريقي، Présence Africaine، ١٩٨١، ص ٣٠٦).



## XXXV

### الأوزان

#### الموازن، الروافع الهندسية

١ - الاستاتيكية *la statique* فى الرياضيات، تشير كلمة استاتيكية (فى اليونانية ستاتيكوس *ststikos*، "ما يخص الاتزان") إلى ذلك الفرع من الميكانيكا الذى يهتم بتوازن القوى. بذا فهو يختص بالقوى المبذولة (أو موجودة فى) فيما بين الأجسام الساكنة.

٢ - الميزان *la balance* (فى اللاتينية بس *bis* بمعنى مضاعف، لانس *lanx* بمعنى جفة أو طبق) جهاز يستخدم فى وزن الأشياء، يتكون ذراع *fléau* متحرك وطبقين يحمل أحدهما الأجسام المطلوب وزنها، والآخر به الأوزان المعروف قيمتها.

وكلمة يزن *peser* (فى اللاتينية *pensare*) تعنى تحديد وزن الأشياء، عن طريق المقارنة بوحدة الأجرام *masse* والجرم، هو وزن الشيء: والفعل يزن، هو قياس الوزن، صفة الوزن الجارى وزنه. والذراع هو ذلك القضيب الأفقى للميزان، والذى يتم تعليق الطبقين على طرفيه، وهى الأقراص التى تتلقى الأوزان أو المواد المطلوب وزنها.

٣ - ولكى تتم عملية الوزن، يكفى أن ينزلق المؤشر أو الثقل الموازن *contrepoind* إلى نقطة يكون فيها القضيب ساكنا فى وضع أفقى: ويتم حساب الوزن بمعرفة المسافة التى تفصل المؤشر أو الثقل الموازن من نقطة الارتكاز *pivot*. ويوضح قانون أرشميدس أن تلك المسافة تتناسب مع وزن

الحمولة. فإذا كانت هناك حمولة من ستة كيلوجرامات ستتوازن على مسافة ٠ اسم، وبذا يكون لدينا مبدأ للميزان. فلا يمكن للمرء أن ينشئ ميزانا دون أن يحيى فى البداية هذا المبدأ أو النظرية للميزان. وفى النهاية، فإن قضيب الميزان يكون له شكل هندسى. فهو قطاع من خط مستقيم. قطاعات من خطوط مستقيمة، موضوعة واحدا فى مواجهة الآخر، مكونان سطحاً. وهذا السطح يكون متناسبا مع وزن ما. وتكون نقطة الارتكاز هى نقطة الاتزان / مركز الثقل centre de gravité.

٤ - وعند ابتكار الميزان، رمز الاتزان والتوافق المرتبط دوماً بشعار الحقيقة - العدل - النظام الكونى (ماغت maa't)، كان من الواضح أن المصريين القدماء قد عرفوا المبدأ الهندسى للميزان وذلك قبل الصياغة المكتوبة لذلك المبدأ بمعرفة أرشميدس بوقت طويل، وعلى هذا فإن السير الوزنى (أرشميدس) كان أبعد أن يكون هو مخترع الميزان.

٥ - من السهولة بمكان التحقق من أن المصريين القدماء كانت لديهم معرفة دقيقة بالميزان بما فى ذلك كل الخصائص الأساسية.

— ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨ ٢٩ ٣٠ ٣١ ٣٢ ٣٣ ٣٤ ٣٥ ٣٦ ٣٧ ٣٨ ٣٩ ٤٠ ٤١ ٤٢ ٤٣ ٤٤ ٤٥ ٤٦ ٤٧ ٤٨ ٤٩ ٥٠ ٥١ ٥٢ ٥٣ ٥٤ ٥٥ ٥٦ ٥٧ ٥٨ ٥٩ ٦٠ ٦١ ٦٢ ٦٣ ٦٤ ٦٥ ٦٦ ٦٧ ٦٨ ٦٩ ٧٠ ٧١ ٧٢ ٧٣ ٧٤ ٧٥ ٧٦ ٧٧ ٧٨ ٧٩ ٨٠ ٨١ ٨٢ ٨٣ ٨٤ ٨٥ ٨٦ ٨٧ ٨٨ ٨٩ ٩٠ ٩١ ٩٢ ٩٣ ٩٤ ٩٥ ٩٦ ٩٧ ٩٨ ٩٩ ١٠٠ ١٠١ ١٠٢ ١٠٣ ١٠٤ ١٠٥ ١٠٦ ١٠٧ ١٠٨ ١٠٩ ١١٠ ١١١ ١١٢ ١١٣ ١١٤ ١١٥ ١١٦ ١١٧ ١١٨ ١١٩ ١٢٠ ١٢١ ١٢٢ ١٢٣ ١٢٤ ١٢٥ ١٢٦ ١٢٧ ١٢٨ ١٢٩ ١٣٠ ١٣١ ١٣٢ ١٣٣ ١٣٤ ١٣٥ ١٣٦ ١٣٧ ١٣٨ ١٣٩ ١٤٠ ١٤١ ١٤٢ ١٤٣ ١٤٤ ١٤٥ ١٤٦ ١٤٧ ١٤٨ ١٤٩ ١٥٠ ١٥١ ١٥٢ ١٥٣ ١٥٤ ١٥٥ ١٥٦ ١٥٧ ١٥٨ ١٥٩ ١٦٠ ١٦١ ١٦٢ ١٦٣ ١٦٤ ١٦٥ ١٦٦ ١٦٧ ١٦٨ ١٦٩ ١٧٠ ١٧١ ١٧٢ ١٧٣ ١٧٤ ١٧٥ ١٧٦ ١٧٧ ١٧٨ ١٧٩ ١٨٠ ١٨١ ١٨٢ ١٨٣ ١٨٤ ١٨٥ ١٨٦ ١٨٧ ١٨٨ ١٨٩ ١٩٠ ١٩١ ١٩٢ ١٩٣ ١٩٤ ١٩٥ ١٩٦ ١٩٧ ١٩٨ ١٩٩ ٢٠٠ ٢٠١ ٢٠٢ ٢٠٣ ٢٠٤ ٢٠٥ ٢٠٦ ٢٠٧ ٢٠٨ ٢٠٩ ٢١٠ ٢١١ ٢١٢ ٢١٣ ٢١٤ ٢١٥ ٢١٦ ٢١٧ ٢١٨ ٢١٩ ٢٢٠ ٢٢١ ٢٢٢ ٢٢٣ ٢٢٤ ٢٢٥ ٢٢٦ ٢٢٧ ٢٢٨ ٢٢٩ ٢٣٠ ٢٣١ ٢٣٢ ٢٣٣ ٢٣٤ ٢٣٥ ٢٣٦ ٢٣٧ ٢٣٨ ٢٣٩ ٢٤٠ ٢٤١ ٢٤٢ ٢٤٣ ٢٤٤ ٢٤٥ ٢٤٦ ٢٤٧ ٢٤٨ ٢٤٩ ٢٥٠ ٢٥١ ٢٥٢ ٢٥٣ ٢٥٤ ٢٥٥ ٢٥٦ ٢٥٧ ٢٥٨ ٢٥٩ ٢٦٠ ٢٦١ ٢٦٢ ٢٦٣ ٢٦٤ ٢٦٥ ٢٦٦ ٢٦٧ ٢٦٨ ٢٦٩ ٢٧٠ ٢٧١ ٢٧٢ ٢٧٣ ٢٧٤ ٢٧٥ ٢٧٦ ٢٧٧ ٢٧٨ ٢٧٩ ٢٨٠ ٢٨١ ٢٨٢ ٢٨٣ ٢٨٤ ٢٨٥ ٢٨٦ ٢٨٧ ٢٨٨ ٢٨٩ ٢٩٠ ٢٩١ ٢٩٢ ٢٩٣ ٢٩٤ ٢٩٥ ٢٩٦ ٢٩٧ ٢٩٨ ٢٩٩ ٣٠٠ ٣٠١ ٣٠٢ ٣٠٣ ٣٠٤ ٣٠٥ ٣٠٦ ٣٠٧ ٣٠٨ ٣٠٩ ٣١٠ ٣١١ ٣١٢ ٣١٣ ٣١٤ ٣١٥ ٣١٦ ٣١٧ ٣١٨ ٣١٩ ٣٢٠ ٣٢١ ٣٢٢ ٣٢٣ ٣٢٤ ٣٢٥ ٣٢٦ ٣٢٧ ٣٢٨ ٣٢٩ ٣٣٠ ٣٣١ ٣٣٢ ٣٣٣ ٣٣٤ ٣٣٥ ٣٣٦ ٣٣٧ ٣٣٨ ٣٣٩ ٣٤٠ ٣٤١ ٣٤٢ ٣٤٣ ٣٤٤ ٣٤٥ ٣٤٦ ٣٤٧ ٣٤٨ ٣٤٩ ٣٥٠ ٣٥١ ٣٥٢ ٣٥٣ ٣٥٤ ٣٥٥ ٣٥٦ ٣٥٧ ٣٥٨ ٣٥٩ ٣٦٠ ٣٦١ ٣٦٢ ٣٦٣ ٣٦٤ ٣٦٥ ٣٦٦ ٣٦٧ ٣٦٨ ٣٦٩ ٣٧٠ ٣٧١ ٣٧٢ ٣٧٣ ٣٧٤ ٣٧٥ ٣٧٦ ٣٧٧ ٣٧٨ ٣٧٩ ٣٨٠ ٣٨١ ٣٨٢ ٣٨٣ ٣٨٤ ٣٨٥ ٣٨٦ ٣٨٧ ٣٨٨ ٣٨٩ ٣٩٠ ٣٩١ ٣٩٢ ٣٩٣ ٣٩٤ ٣٩٥ ٣٩٦ ٣٩٧ ٣٩٨ ٣٩٩ ٤٠٠ ٤٠١ ٤٠٢ ٤٠٣ ٤٠٤ ٤٠٥ ٤٠٦ ٤٠٧ ٤٠٨ ٤٠٩ ٤١٠ ٤١١ ٤١٢ ٤١٣ ٤١٤ ٤١٥ ٤١٦ ٤١٧ ٤١٨ ٤١٩ ٤٢٠ ٤٢١ ٤٢٢ ٤٢٣ ٤٢٤ ٤٢٥ ٤٢٦ ٤٢٧ ٤٢٨ ٤٢٩ ٤٣٠ ٤٣١ ٤٣٢ ٤٣٣ ٤٣٤ ٤٣٥ ٤٣٦ ٤٣٧ ٤٣٨ ٤٣٩ ٤٤٠ ٤٤١ ٤٤٢ ٤٤٣ ٤٤٤ ٤٤٥ ٤٤٦ ٤٤٧ ٤٤٨ ٤٤٩ ٤٥٠ ٤٥١ ٤٥٢ ٤٥٣ ٤٥٤ ٤٥٥ ٤٥٦ ٤٥٧ ٤٥٨ ٤٥٩ ٤٦٠ ٤٦١ ٤٦٢ ٤٦٣ ٤٦٤ ٤٦٥ ٤٦٦ ٤٦٧ ٤٦٨ ٤٦٩ ٤٧٠ ٤٧١ ٤٧٢ ٤٧٣ ٤٧٤ ٤٧٥ ٤٧٦ ٤٧٧ ٤٧٨ ٤٧٩ ٤٨٠ ٤٨١ ٤٨٢ ٤٨٣ ٤٨٤ ٤٨٥ ٤٨٦ ٤٨٧ ٤٨٨ ٤٨٩ ٤٩٠ ٤٩١ ٤٩٢ ٤٩٣ ٤٩٤ ٤٩٥ ٤٩٦ ٤٩٧ ٤٩٨ ٤٩٩ ٥٠٠ ٥٠١ ٥٠٢ ٥٠٣ ٥٠٤ ٥٠٥ ٥٠٦ ٥٠٧ ٥٠٨ ٥٠٩ ٥١٠ ٥١١ ٥١٢ ٥١٣ ٥١٤ ٥١٥ ٥١٦ ٥١٧ ٥١٨ ٥١٩ ٥٢٠ ٥٢١ ٥٢٢ ٥٢٣ ٥٢٤ ٥٢٥ ٥٢٦ ٥٢٧ ٥٢٨ ٥٢٩ ٥٣٠ ٥٣١ ٥٣٢ ٥٣٣ ٥٣٤ ٥٣٥ ٥٣٦ ٥٣٧ ٥٣٨ ٥٣٩ ٥٤٠ ٥٤١ ٥٤٢ ٥٤٣ ٥٤٤ ٥٤٥ ٥٤٦ ٥٤٧ ٥٤٨ ٥٤٩ ٥٥٠ ٥٥١ ٥٥٢ ٥٥٣ ٥٥٤ ٥٥٥ ٥٥٦ ٥٥٧ ٥٥٨ ٥٥٩ ٥٦٠ ٥٦١ ٥٦٢ ٥٦٣ ٥٦٤ ٥٦٥ ٥٦٦ ٥٦٧ ٥٦٨ ٥٦٩ ٥٧٠ ٥٧١ ٥٧٢ ٥٧٣ ٥٧٤ ٥٧٥ ٥٧٦ ٥٧٧ ٥٧٨ ٥٧٩ ٥٨٠ ٥٨١ ٥٨٢ ٥٨٣ ٥٨٤ ٥٨٥ ٥٨٦ ٥٨٧ ٥٨٨ ٥٨٩ ٥٩٠ ٥٩١ ٥٩٢ ٥٩٣ ٥٩٤ ٥٩٥ ٥٩٦ ٥٩٧ ٥٩٨ ٥٩٩ ٦٠٠ ٦٠١ ٦٠٢ ٦٠٣ ٦٠٤ ٦٠٥ ٦٠٦ ٦٠٧ ٦٠٨ ٦٠٩ ٦١٠ ٦١١ ٦١٢ ٦١٣ ٦١٤ ٦١٥ ٦١٦ ٦١٧ ٦١٨ ٦١٩ ٦٢٠ ٦٢١ ٦٢٢ ٦٢٣ ٦٢٤ ٦٢٥ ٦٢٦ ٦٢٧ ٦٢٨ ٦٢٩ ٦٣٠ ٦٣١ ٦٣٢ ٦٣٣ ٦٣٤ ٦٣٥ ٦٣٦ ٦٣٧ ٦٣٨ ٦٣٩ ٦٤٠ ٦٤١ ٦٤٢ ٦٤٣ ٦٤٤ ٦٤٥ ٦٤٦ ٦٤٧ ٦٤٨ ٦٤٩ ٦٥٠ ٦٥١ ٦٥٢ ٦٥٣ ٦٥٤ ٦٥٥ ٦٥٦ ٦٥٧ ٦٥٨ ٦٥٩ ٦٦٠ ٦٦١ ٦٦٢ ٦٦٣ ٦٦٤ ٦٦٥ ٦٦٦ ٦٦٧ ٦٦٨ ٦٦٩ ٦٧٠ ٦٧١ ٦٧٢ ٦٧٣ ٦٧٤ ٦٧٥ ٦٧٦ ٦٧٧ ٦٧٨ ٦٧٩ ٦٨٠ ٦٨١ ٦٨٢ ٦٨٣ ٦٨٤ ٦٨٥ ٦٨٦ ٦٨٧ ٦٨٨ ٦٨٩ ٦٩٠ ٦٩١ ٦٩٢ ٦٩٣ ٦٩٤ ٦٩٥ ٦٩٦ ٦٩٧ ٦٩٨ ٦٩٩ ٧٠٠ ٧٠١ ٧٠٢ ٧٠٣ ٧٠٤ ٧٠٥ ٧٠٦ ٧٠٧ ٧٠٨ ٧٠٩ ٧١٠ ٧١١ ٧١٢ ٧١٣ ٧١٤ ٧١٥ ٧١٦ ٧١٧ ٧١٨ ٧١٩ ٧٢٠ ٧٢١ ٧٢٢ ٧٢٣ ٧٢٤ ٧٢٥ ٧٢٦ ٧٢٧ ٧٢٨ ٧٢٩ ٧٣٠ ٧٣١ ٧٣٢ ٧٣٣ ٧٣٤ ٧٣٥ ٧٣٦ ٧٣٧ ٧٣٨ ٧٣٩ ٧٤٠ ٧٤١ ٧٤٢ ٧٤٣ ٧٤٤ ٧٤٥ ٧٤٦ ٧٤٧ ٧٤٨ ٧٤٩ ٧٥٠ ٧٥١ ٧٥٢ ٧٥٣ ٧٥٤ ٧٥٥ ٧٥٦ ٧٥٧ ٧٥٨ ٧٥٩ ٧٦٠ ٧٦١ ٧٦٢ ٧٦٣ ٧٦٤ ٧٦٥ ٧٦٦ ٧٦٧ ٧٦٨ ٧٦٩ ٧٧٠ ٧٧١ ٧٧٢ ٧٧٣ ٧٧٤ ٧٧٥ ٧٧٦ ٧٧٧ ٧٧٨ ٧٧٩ ٧٨٠ ٧٨١ ٧٨٢ ٧٨٣ ٧٨٤ ٧٨٥ ٧٨٦ ٧٨٧ ٧٨٨ ٧٨٩ ٧٩٠ ٧٩١ ٧٩٢ ٧٩٣ ٧٩٤ ٧٩٥ ٧٩٦ ٧٩٧ ٧٩٨ ٧٩٩ ٨٠٠ ٨٠١ ٨٠٢ ٨٠٣ ٨٠٤ ٨٠٥ ٨٠٦ ٨٠٧ ٨٠٨ ٨٠٩ ٨١٠ ٨١١ ٨١٢ ٨١٣ ٨١٤ ٨١٥ ٨١٦ ٨١٧ ٨١٨ ٨١٩ ٨٢٠ ٨٢١ ٨٢٢ ٨٢٣ ٨٢٤ ٨٢٥ ٨٢٦ ٨٢٧ ٨٢٨ ٨٢٩ ٨٣٠ ٨٣١ ٨٣٢ ٨٣٣ ٨٣٤ ٨٣٥ ٨٣٦ ٨٣٧ ٨٣٨ ٨٣٩ ٨٤٠ ٨٤١ ٨٤٢ ٨٤٣ ٨٤٤ ٨٤٥ ٨٤٦ ٨٤٧ ٨٤٨ ٨٤٩ ٨٥٠ ٨٥١ ٨٥٢ ٨٥٣ ٨٥٤ ٨٥٥ ٨٥٦ ٨٥٧ ٨٥٨ ٨٥٩ ٨٦٠ ٨٦١ ٨٦٢ ٨٦٣ ٨٦٤ ٨٦٥ ٨٦٦ ٨٦٧ ٨٦٨ ٨٦٩ ٨٧٠ ٨٧١ ٨٧٢ ٨٧٣ ٨٧٤ ٨٧٥ ٨٧٦ ٨٧٧ ٨٧٨ ٨٧٩ ٨٨٠ ٨٨١ ٨٨٢ ٨٨٣ ٨٨٤ ٨٨٥ ٨٨٦ ٨٨٧ ٨٨٨ ٨٨٩ ٨٩٠ ٨٩١ ٨٩٢ ٨٩٣ ٨٩٤ ٨٩٥ ٨٩٦ ٨٩٧ ٨٩٨ ٨٩٩ ٩٠٠ ٩٠١ ٩٠٢ ٩٠٣ ٩٠٤ ٩٠٥ ٩٠٦ ٩٠٧ ٩٠٨ ٩٠٩ ٩١٠ ٩١١ ٩١٢ ٩١٣ ٩١٤ ٩١٥ ٩١٦ ٩١٧ ٩١٨ ٩١٩ ٩٢٠ ٩٢١ ٩٢٢ ٩٢٣ ٩٢٤ ٩٢٥ ٩٢٦ ٩٢٧ ٩٢٨ ٩٢٩ ٩٣٠ ٩٣١ ٩٣٢ ٩٣٣ ٩٣٤ ٩٣٥ ٩٣٦ ٩٣٧ ٩٣٨ ٩٣٩ ٩٤٠ ٩٤١ ٩٤٢ ٩٤٣ ٩٤٤ ٩٤٥ ٩٤٦ ٩٤٧ ٩٤٨ ٩٤٩ ٩٥٠ ٩٥١ ٩٥٢ ٩٥٣ ٩٥٤ ٩٥٥ ٩٥٦ ٩٥٧ ٩٥٨ ٩٥٩ ٩٦٠ ٩٦١ ٩٦٢ ٩٦٣ ٩٦٤ ٩٦٥ ٩٦٦ ٩٦٧ ٩٦٨ ٩٦٩ ٩٧٠ ٩٧١ ٩٧٢ ٩٧٣ ٩٧٤ ٩٧٥ ٩٧٦ ٩٧٧ ٩٧٨ ٩٧٩ ٩٨٠ ٩٨١ ٩٨٢ ٩٨٣ ٩٨٤ ٩٨٥ ٩٨٦ ٩٨٧ ٩٨٨ ٩٨٩ ٩٩٠ ٩٩١ ٩٩٢ ٩٩٣ ٩٩٤ ٩٩٥ ٩٩٦ ٩٩٧ ٩٩٨ ٩٩٩ ١٠٠٠ ١٠٠١ ١٠٠٢ ١٠٠٣ ١٠٠٤ ١٠٠٥ ١٠٠٦ ١٠٠٧ ١٠٠٨ ١٠٠٩ ١٠١٠ ١٠١١ ١٠١٢ ١٠١٣ ١٠١٤ ١٠١٥ ١٠١٦ ١٠١٧ ١٠١٨ ١٠١٩ ١٠٢٠ ١٠٢١ ١٠٢٢ ١٠٢٣ ١٠٢٤ ١٠٢٥ ١٠٢٦ ١٠٢٧ ١٠٢٨ ١٠٢٩ ١٠٣٠ ١٠٣١ ١٠٣٢ ١٠٣٣ ١٠٣٤ ١٠٣٥ ١٠٣٦ ١٠٣٧ ١٠٣٨ ١٠٣٩ ١٠٤٠ ١٠٤١ ١٠٤٢ ١٠٤٣ ١٠٤٤ ١٠٤٥ ١٠٤٦ ١٠٤٧ ١٠٤٨ ١٠٤٩ ١٠٥٠ ١٠٥١ ١٠٥٢ ١٠٥٣ ١٠٥٤ ١٠٥٥ ١٠٥٦ ١٠٥٧ ١٠٥٨ ١٠٥٩ ١٠٦٠ ١٠٦١ ١٠٦٢ ١٠٦٣ ١٠٦٤ ١٠٦٥ ١٠٦٦ ١٠٦٧ ١٠٦٨ ١٠٦٩ ١٠٧٠ ١٠٧١ ١٠٧٢ ١٠٧٣ ١٠٧٤ ١٠٧٥ ١٠٧٦ ١٠٧٧ ١٠٧٨ ١٠٧٩ ١٠٨٠ ١٠٨١ ١٠٨٢ ١٠٨٣ ١٠٨٤ ١٠٨٥ ١٠٨٦ ١٠٨٧ ١٠٨٨ ١٠٨٩ ١٠٩٠ ١٠٩١ ١٠٩٢ ١٠٩٣ ١٠٩٤ ١٠٩٥ ١٠٩٦ ١٠٩٧ ١٠٩٨ ١٠٩٩ ١١٠٠ ١١٠١ ١١٠٢ ١١٠٣ ١١٠٤ ١١٠٥ ١١٠٦ ١١٠٧ ١١٠٨ ١١٠٩ ١١١٠ ١١١١ ١١١٢ ١١١٣ ١١١٤ ١١١٥ ١١١٦ ١١١٧ ١١١٨ ١١١٩ ١١٢٠ ١١٢١ ١١٢٢ ١١٢٣ ١١٢٤ ١١٢٥ ١١٢٦ ١١٢٧ ١١٢٨ ١١٢٩ ١١٣٠ ١١٣١ ١١٣٢ ١١٣٣ ١١٣٤ ١١٣٥ ١١٣٦ ١١٣٧ ١١٣٨ ١١٣٩ ١١٤٠ ١١٤١ ١١٤٢ ١١٤٣ ١١٤٤ ١١٤٥ ١١٤٦ ١١٤٧ ١١٤٨ ١١٤٩ ١١٥٠ ١١٥١ ١١٥٢ ١١٥٣ ١١٥٤ ١١٥٥ ١١٥٦ ١١٥٧ ١١٥٨ ١١٥٩ ١١٦٠ ١١٦١ ١١٦٢ ١١٦٣ ١١٦٤ ١١٦٥ ١١٦٦ ١١٦٧ ١١٦٨ ١١٦٩ ١١٧٠ ١١٧١ ١١٧٢ ١١٧٣ ١١٧٤ ١١٧٥ ١١٧٦ ١١٧٧ ١١٧٨ ١١٧٩ ١١٨٠ ١١٨١ ١١٨٢ ١١٨٣ ١١٨٤ ١١٨٥ ١١٨٦ ١١٨٧ ١١٨٨ ١١٨٩ ١١٩٠ ١١٩١ ١١٩٢ ١١٩٣ ١١٩٤ ١١٩٥ ١١٩٦ ١١٩٧ ١١٩٨ ١١٩٩ ١٢٠٠ ١٢٠١ ١٢٠٢ ١٢٠٣ ١٢٠٤ ١٢٠٥ ١٢٠٦ ١٢٠٧ ١٢٠٨ ١٢٠٩ ١٢١٠ ١٢١١ ١٢١٢ ١٢١٣ ١٢١٤ ١٢١٥ ١٢١٦ ١٢١٧ ١٢١٨ ١٢١٩ ١٢٢٠ ١٢٢١ ١٢٢٢ ١٢٢٣ ١٢٢٤ ١٢٢٥ ١٢٢٦ ١٢٢٧ ١٢٢٨ ١٢٢٩ ١٢٣٠ ١٢٣١ ١٢٣٢ ١٢٣٣ ١٢٣٤ ١٢٣٥ ١٢٣٦ ١٢٣٧ ١٢٣٨ ١٢٣٩ ١٢٤٠ ١٢٤١ ١٢٤٢ ١٢٤٣ ١٢٤٤ ١٢٤٥ ١٢٤٦ ١٢٤٧ ١٢٤٨ ١٢٤٩ ١٢٥٠ ١٢٥١ ١٢٥٢ ١٢٥٣ ١٢٥٤ ١٢٥٥ ١٢٥٦ ١٢٥٧ ١٢٥٨ ١٢٥٩ ١٢٦٠ ١٢٦١ ١٢٦٢ ١٢٦٣ ١٢٦٤ ١٢٦٥ ١٢٦٦ ١٢٦٧ ١٢٦٨ ١٢٦٩ ١٢٧٠ ١٢٧١ ١٢٧٢ ١٢٧٣ ١٢٧٤ ١٢٧٥ ١٢٧٦ ١٢٧٧ ١٢٧٨ ١٢٧٩ ١٢٨٠ ١٢٨١ ١٢٨٢ ١٢٨٣ ١٢٨٤ ١٢٨٥ ١٢٨٦ ١٢٨٧ ١٢٨٨ ١٢٨٩ ١٢٩٠ ١٢٩١ ١٢٩٢ ١٢٩٣ ١٢٩٤ ١٢٩٥ ١٢٩٦ ١٢٩٧ ١٢٩٨ ١٢٩٩ ١٣٠٠ ١٣٠١ ١٣٠٢ ١٣٠٣ ١٣٠٤ ١٣٠٥ ١٣٠٦ ١٣٠٧ ١٣٠٨ ١٣٠٩ ١٣١٠ ١٣١١ ١٣١٢ ١٣١٣ ١٣١٤ ١٣١٥ ١٣١٦ ١٣١٧ ١٣١٨ ١٣١٩ ١٣٢٠ ١٣٢١ ١٣٢٢ ١٣٢٣ ١٣٢٤ ١٣٢٥ ١٣٢٦ ١٣٢٧ ١٣٢٨ ١٣٢٩ ١٣٣٠ ١٣٣١ ١٣٣٢ ١٣٣٣ ١٣٣٤ ١٣٣٥ ١٣٣٦ ١٣٣٧ ١٣٣٨ ١٣٣٩ ١٣٤٠ ١٣٤١ ١٣٤٢ ١٣٤٣ ١٣٤٤ ١٣٤٥ ١٣٤٦ ١٣٤٧ ١٣٤٨ ١٣٤٩ ١٣٥٠ ١٣٥١ ١٣٥٢ ١٣٥٣ ١٣٥٤ ١٣٥٥ ١٣٥٦ ١٣٥٧ ١٣٥٨ ١٣٥٩ ١٣٦٠ ١٣٦١ ١٣٦٢ ١٣٦٣ ١٣٦٤ ١٣٦٥ ١٣٦٦ ١٣٦٧ ١٣٦٨ ١٣٦٩ ١٣٧٠ ١٣٧١ ١٣٧٢ ١٣٧٣ ١٣٧٤ ١٣٧٥ ١٣٧٦ ١٣٧٧ ١٣٧٨ ١٣٧٩ ١٣٨٠ ١٣٨١ ١٣٨٢ ١٣٨٣ ١٣٨٤ ١٣٨٥ ١٣٨٦ ١٣٨٧ ١٣٨٨ ١٣٨٩ ١٣٩٠ ١٣٩١ ١٣٩٢ ١٣٩٣ ١٣٩٤ ١٣٩٥ ١٣٩٦ ١٣٩٧ ١٣٩٨ ١٣٩٩ ١٤٠٠ ١٤٠١ ١٤٠٢ ١٤٠٣ ١٤٠٤ ١٤٠٥ ١٤٠٦ ١٤٠٧ ١٤٠٨ ١٤٠٩ ١٤١٠ ١٤١١ ١٤١٢ ١٤١٣ ١٤١٤ ١٤١٥ ١٤١٦ ١٤١٧ ١٤١٨ ١٤١٩ ١٤٢٠ ١٤٢١ ١٤٢٢ ١٤٢٣ ١٤٢٤ ١٤٢٥ ١٤٢٦ ١٤٢٧ ١٤٢٨ ١٤٢٩ ١٤٣٠ ١٤٣١ ١٤٣٢ ١٤٣٣ ١٤٣٤ ١٤٣٥ ١٤٣٦ ١٤٣٧ ١٤٣٨ ١٤٣٩ ١٤٤٠ ١٤٤١ ١٤٤٢ ١٤٤٣ ١٤٤٤ ١٤٤٥ ١٤٤٦ ١٤٤٧ ١٤٤٨ ١٤٤٩ ١٤٥٠ ١٤٥١ ١٤٥٢ ١٤٥٣ ١٤٥٤ ١٤٥٥ ١٤٥٦ ١٤٥٧ ١٤٥٨ ١٤٥٩ ١٤٦٠ ١٤٦١ ١٤٦٢ ١٤٦٣ ١٤٦٤ ١٤٦٥ ١٤٦٦ ١٤٦٧ ١٤٦٨ ١٤٦٩ ١٤٧٠ ١٤٧١ ١٤٧٢ ١٤٧٣ ١٤٧٤ ١٤٧٥ ١٤٧٦ ١٤٧٧ ١٤٧٨ ١٤٧٩ ١٤٨٠ ١٤٨١ ١٤٨٢ ١٤٨٣ ١٤٨٤ ١٤٨٥ ١٤٨٦ ١٤٨٧ ١٤٨٨ ١٤٨٩ ١٤٩٠ ١٤٩١ ١٤٩٢ ١٤٩٣ ١٤٩٤ ١٤٩٥ ١٤٩٦ ١٤٩٧ ١٤٩٨ ١٤٩٩ ١٥٠٠ ١٥٠١ ١٥٠٢ ١٥٠٣ ١٥٠٤ ١٥٠٥ ١٥٠٦ ١٥٠٧ ١٥٠٨ ١٥٠٩ ١٥١٠ ١٥١١ ١٥١٢ ١٥١٣ ١٥١٤ ١٥١٥ ١٥١٦ ١٥١٧ ١٥١٨ ١٥١٩ ١٥٢٠ ١٥٢١ ١٥٢٢ ١٥٢٣ ١٥٢٤ ١٥٢٥ ١٥٢٦ ١٥٢٧ ١٥٢٨ ١٥٢٩ ١٥٣٠ ١٥٣١ ١٥٣٢ ١٥٣٣ ١٥٣٤ ١٥٣٥ ١٥٣٦ ١٥٣٧ ١٥٣٨ ١٥٣٩ ١٥٤٠ ١٥٤١ ١٥٤٢ ١٥٤٣ ١٥٤٤ ١٥٤٥ ١٥٤٦ ١٥٤٧ ١٥٤٨ ١٥٤٩ ١٥٥٠ ١٥٥١ ١٥٥٢ ١٥٥٣ ١٥٥٤ ١٥٥٥ ١٥٥٦ ١٥٥٧ ١٥٥٨ ١٥٥٩ ١٥٦٠ ١٥٦١ ١٥٦٢ ١٥٦٣ ١٥٦٤ ١٥٦٥ ١٥٦٦ ١٥٦٧ ١٥٦٨ ١٥٦٩ ١٥٧٠ ١٥٧١ ١٥٧٢ ١٥٧٣ ١٥٧٤ ١٥٧٥ ١٥٧٦ ١٥٧٧ ١

« رم ن وى، ويتشيسيت wst, wetcheset، أذرع القضيب:  
ذراعا الميزان وهما فى الواقع قطاعان من خط مستقيم.

ب د هـ وى ح ن ك وهينكو hnk, henekou "طبق" الميزان.

ت ح تيكخ th, tekh "قبان Peson" الميزان.

د ب ن، دين dbn, deben "ثقل معلوم" للميزان.

م ح إ، ميكخ mh3, mekha "يساوى" يوازى "يزن".

وت س K ويتشيسيت wetcheset، "يزن" وضع الشئ فى  
توازن على الميزان.

رداح رح س، "ميل إلى ناحية" للميزان.

ن م نيم nm, nem "إنحراف" فى الكلام عن الميزان.

والقضيب، أى رمز العدل، المساواة، الدقة والحقيقة، كان يمثله ماعت  
maa't نفسها.

م إى ت، ماعت maa't "الحقيقة- العدل - النظام الكونى  
السافى transcendant، التوافق الشامل، "التوازن التام للعالم".

وفيما يتعلق بذلك ، فقد كان المفهوم المصرى للحقيقة هو الذى حفز ابتكار  
الميزان بمعرفة علماء الهندسة والمهندسين فى النظام الفرعونى.

والنص التالى واضح تماما (حكاية ساكن الواحة أو الفلاح الفصيح  
le cont de l'dasien ou le paysan e'loqnet ، B/C 167-166) ويرجع  
إلى الدولة الوسطى (٢٠٥٢ - ١٧٧٨ ق. م).

(١)

(٢)

(٣)



## الترجمة.

(١) نغتك (ن س. ك) هي قبان (ت ح TH) الميزان.


(٢) قلبك (اب.ك) هي أثقال (دب ن dbn) الميزان.

(٣) شفتاك (س ب ت و.ك وى spty.cy هما ذراعا (رم ن ووى rmnwy) الميزان.

والقبان ذو ثقل الموازنة (ت ح th) هو بالتأكيد أداة على قدر ضئيل من الدقة، إلا أنها تناسب، قياس الأوزان كما أن اللغة (ن س ns) هي أيضا متحركة قبل القبان، فهي في إمكانها القيام بالثرثرة كما يمكنها أيضا التزام الصمت ومن الممكن أن تكون اللغة وسيطا صحيحا، فالقلب (١ ب 1b)، هو مكان العواطف والتفكير وبالتالي فهو الجزء المركزي في الإنسان، والذي يشكل ثقله الاجتماعي والأخلاقي: "لا تتحدث كذا لأنك كبير، لا تكن خفيفا، لأنك رجل ذو ثقل" (حكاية ساكن الواحة أو الفلاح B,166). والتعبير "قلبه على شفثيه" يعنى أحيانا كون المرء صريحا". وذراعا قضيب الميزان لابد أن يكونا مضبوطين كي يقيسا أوزان الأشياء والإنسان أيضا (الوزن المادى والأخلاقي).

وبذا يكون للميزان بعد ميتافيزيقى في مصر القديمة. ومن ثم كان الميزان يستخدم للحكم على الموتى أقام أو زيريس والآلهة المساعدون الأثنان والأربعون وقد تكرر ذلك كثيرا في الأساطير والعقائد المصرية القديمة.

## ٦- ومقاييس الأوزان المصرية القديمة كانت كالتالى:

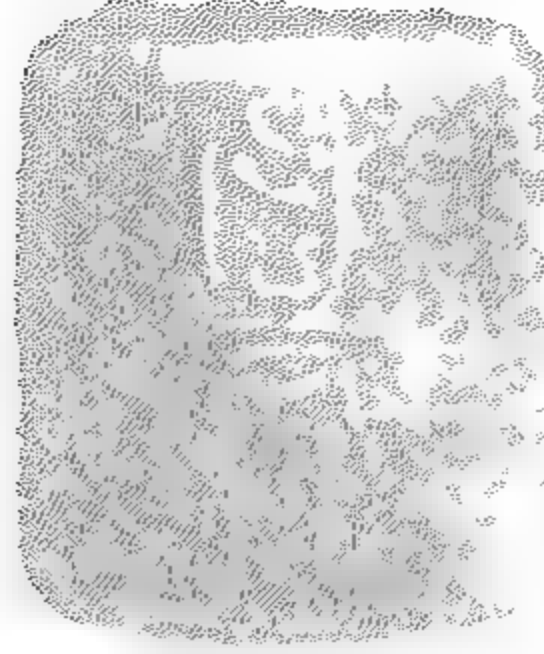
■  دب ن ، ديبين dbn,deben ٩١ جراما (بدءا من الأسرة الثامنة عشرة) لوزن كل أنواع المعادن.

■  ك د ت، ك ا ت kdt,kite وزن ١٠/١ الديبى أى ٩,١ جرام.

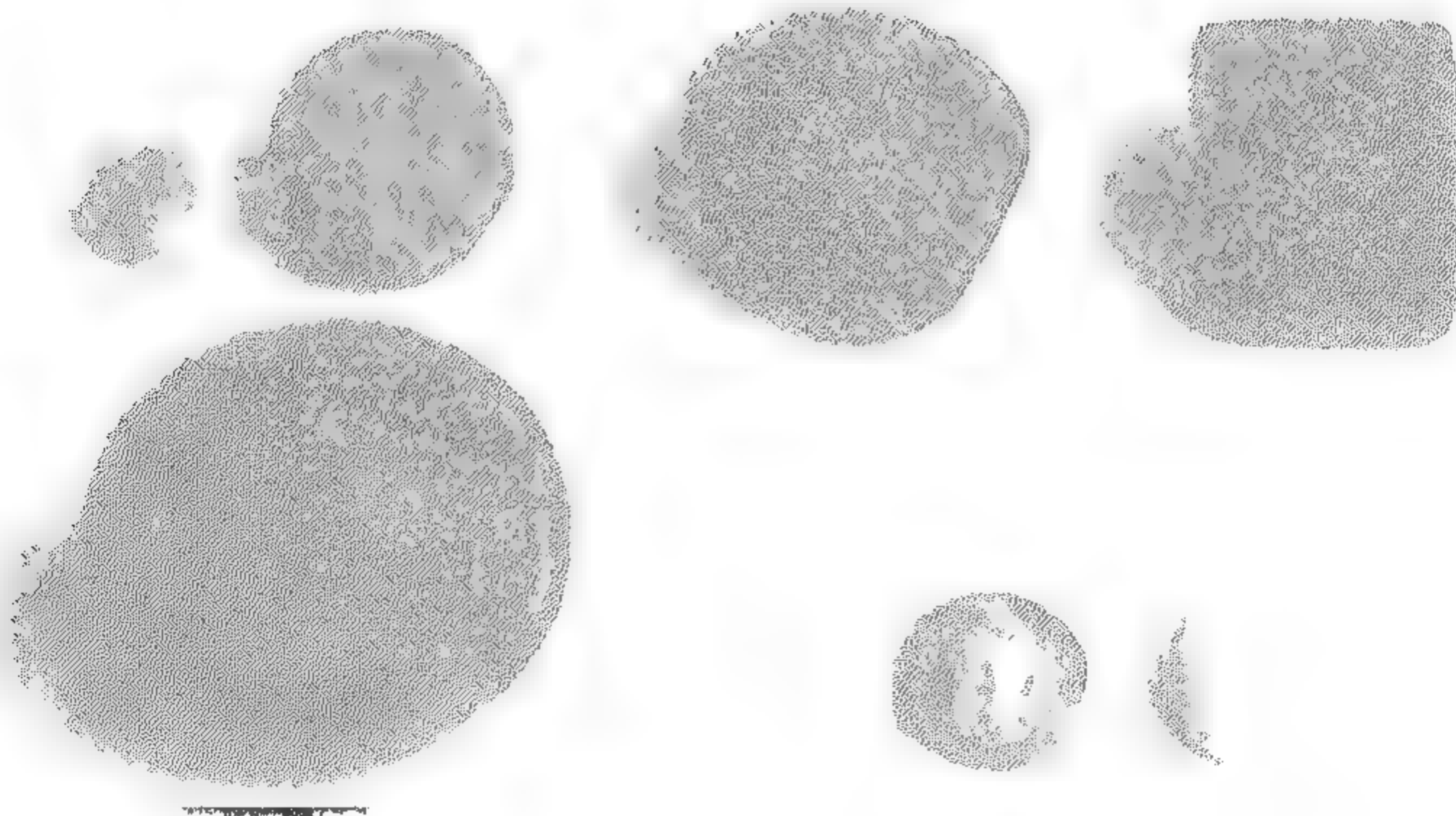
■  س ت و، س ح ا ت sty,shaty وزن قيمته ٢/١ الديبى حوالى ٧,٥ جرام.

==|== دن س dns "ثقل"، "ثقل".

==|== دن س ووزن".



شكل ١٤٥: أوزان مدموغة من الحجر تحمل اسم الملك أمتحتب الأول Amenophis I (١٥٥٧ - ١٥٣٠ ق.م)، جيسر - كا - رع - jeser-ka-ra' ("قوى"، والكا ka لرع'Ra") والقيمة مبينة: ٥٠. ويستخدم هذا الوزن المدموغ دون شك في وزن الذهب (ن ب و nbw) وتلك الكلمة منقوشة أيضا على الحجر. وتوجد تلك الوثيقة حاليا في المتحف البريطاني بلندن والأثقال المستخدمة في وزن الذهب عند قبائل الأسانتي 'asanle' (الأسانتي Ashanti) في غانا معروفة عالميا، ولقد كان المصريون القدماء يستخدمون أحيانا رأس البقرة (الكا ka)، وأحيانا أخرى أوزانا مدموغة توضع في أحد طبقى الميزان. وتقدم الوثيقة السابقة (شكل ١٤٥) شاهدا ملموسا لذلك.



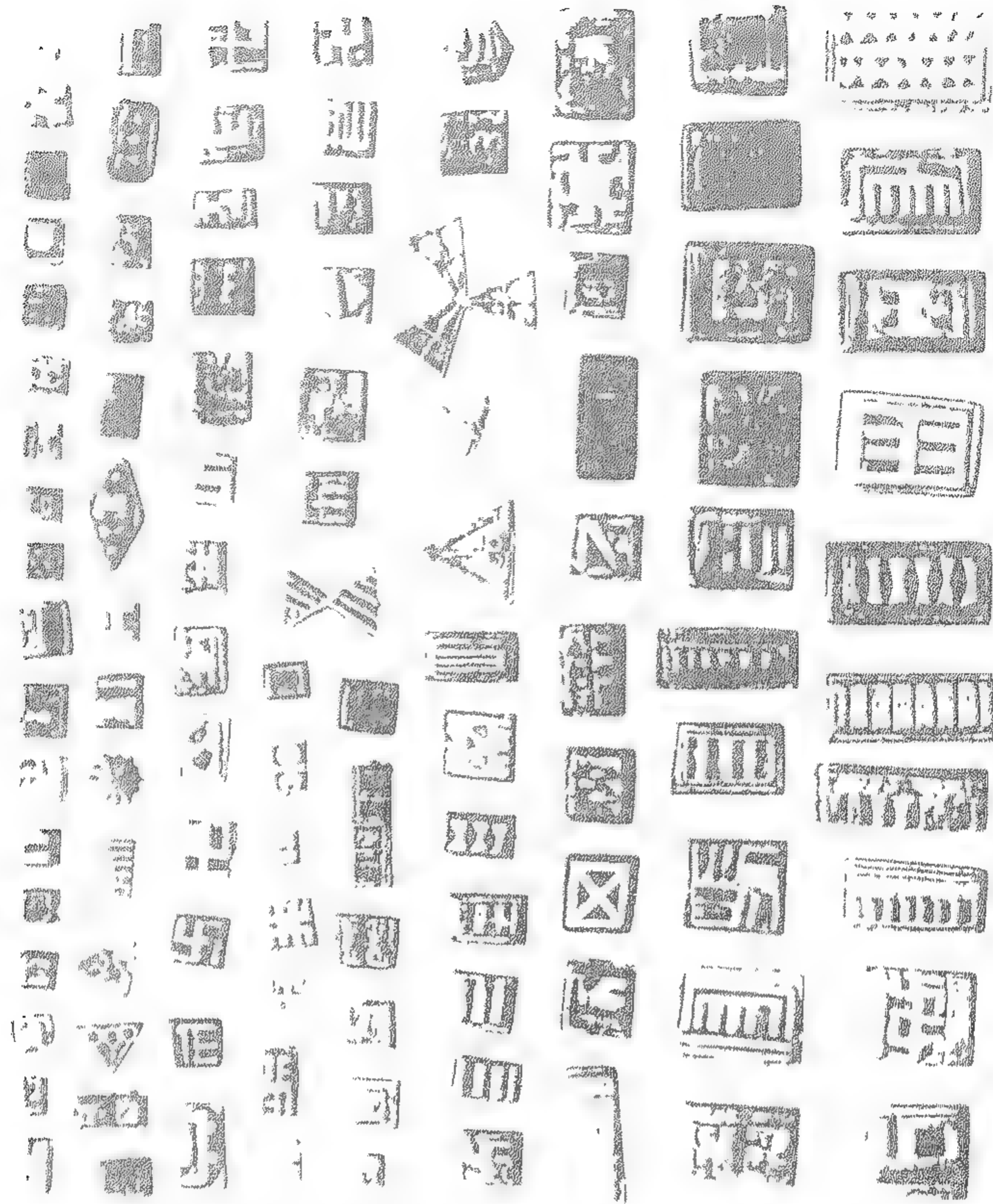
شكل ١٤٦: أوزان متنوعة مستخدمة في الموازين من حجر الديوريت، والبرونز، والحجر المعرق (المجزع 'veinee'). وتجيب ملاحظة الأوزان ذات الشكل المكعب. أما الوزن البيضاوى فكان يصنع من البازلت الأسود (الحد

الأقصى للقطر ٥,٢ سم ، الوزن ١٧٤ جراماً). ويحمل نقشا باسم "الكاهن القارئ، كبير عشرة الجنوب، كاهن أنوبيس، حبيتي hepeti". والوزن المدموغ بالرقم ١٠ ودائما ما تثير دهشتنا روح الدقة عند المصريين القدماء، هؤلاء الذين ابتكروا هندسة الموازين..... إلخ، ولقد كان دمع الموازين يعتبر علامة على الدقة والإحكام، والعدل، والحقيقة ولا يلفت ذلك النظر على الإطلاق في أدب المصريات الحديث. المتحف المصرى فى تورنتو (القاعة VI).

٧- نظريه الرافعة. من الممكن لقضيب صلب متأرجح حول نقطة ثابتة، تسمى نقطه الارتكاز، أن يحرك، ويرفع الأحمال، وهو يسمى فى تلك الأحوال رافعة levier .

وأذرع الرافعة هى المسافات بين نقطه الارتكاز فى اتجاهات القوتين، القوة المحركة، والقوة المقاومة. وفى حالة تساوى طول أذرع الرافعة، تكون الأثقال المفترضة فى توازن متساوية أيضا، أما الأثقال غير المتساوية وفى حالة توازن، تكون مسافاتهما من نقطة الارتكاز، غير متساوية ويسمى حاصل ضرب الذراع فى القوة التى تؤثر عليه العزم الأستاتيكي moment statique. وتكون حالة التوازن للرافعة عندما تتساوى قيم العزوم الاستاتيكية للقوتين.

٨ - الميزان La balance ، ابتكار مصرى خالص وهو أول تطبيق علمى دقيق لنظرية الرافعة. قضيب الميزان fle'aw هو قطاع من خط مستقيم AB، ونقطة الوسط هى الصفر "0". هى نقطة ارتكاز وبذا تكون المسافتان OA, OB هما ذراعا الميزان.



شكل ١٤٧: أُنقال لوزن الذهب أكان Akan ،غانا. وكانت من النحاس وتلك الأُنقال لها تقاليد أسلوبية هندسية. وهناك أيضا أُنقال ذات تقاليد شكلية.

وقد وضع ف. تيموثي F.Timothy كروكي للتسلسل التاريخي للأُنقال، وقد تم صب ثلاثة ملايين قطعة من تلك الأُنقال لوزن الذهب فيما بين الأعوام ١٤٠٠ - ١٩٠٠ في المنطقة التي تقسم اليوم غانا وساحل العاج، ويرجع تاريخ تلك الأوزان للفترة الأخيرة، أي حوالي ١٧٠٠ - ١٩٠٠. وقد درس الأب جورج نيانجورابوا Pr.goeges niangorBouah بعمق تلك الأُنقال لوزن الذهب في إقليم أكان (أزانتى، Asanta بول Baula، إلخ).



وإذا كانت الذراعان متساويتين، أي  $Oa = OB$ ، تكون الأوزان  $p, p'$  فى كل من الطبقتين متساويتين. ومن ثم الكتل أيضا أى كتلة الجسم الموزون (الذهب على سبيل المثال) تكون متساوية مع الكتل المدموغة (رأس البقرة، وزن مدموغ... إلخ) والتي تتوازن فى الطبقة الآخر للميزان، وعلى هذا فإن ذراعى قضيب الميزان لابد أن يكونا متساويين  $OA=OB$ : وتلك هى الحالة التى يسود فيها العدل. ويتضمن ذلك إنشاء ذا مواصفات هندسية متقنة خاصة للميزان. ومن المستحيل تصنيع ميزان دقيق دون ذلك الإتقان وتلك الهندسة.

وقد أدخل لافوازييه Lavoisier (١٧٤٣-١٧٩٤)، أحد الرواد المبدعين للكيمياء الحديثة، الميزان لآقه فى تجاربة العملية للحصول موازين متقنة.

وهكذا ابتكر المصريون القدماء:

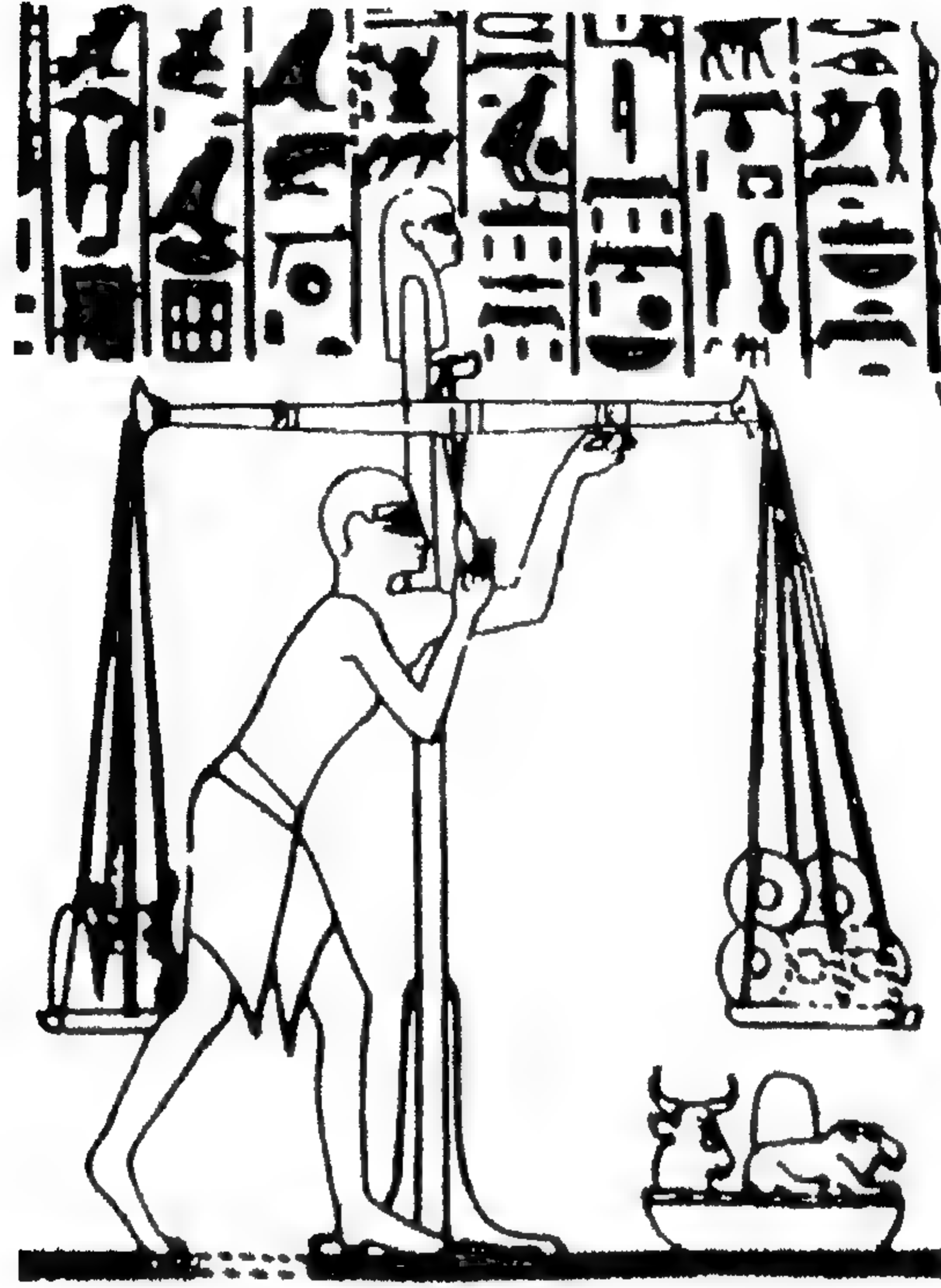
(أ) الميزان، تطبيق على نظرية الرافعة ذات الأذرع المتساوية وفى توازن مع نقطة ارتكاز مركزية.

(ب) الشادوف le chadouf (حوالى ١٥٠٠ ق.م) تطبيق ميكانيكى للرافعة ذات الأذرع غير المتساوية.

(ج) ميزان الروح (السيكوتازية Psychotazie) للموتى.



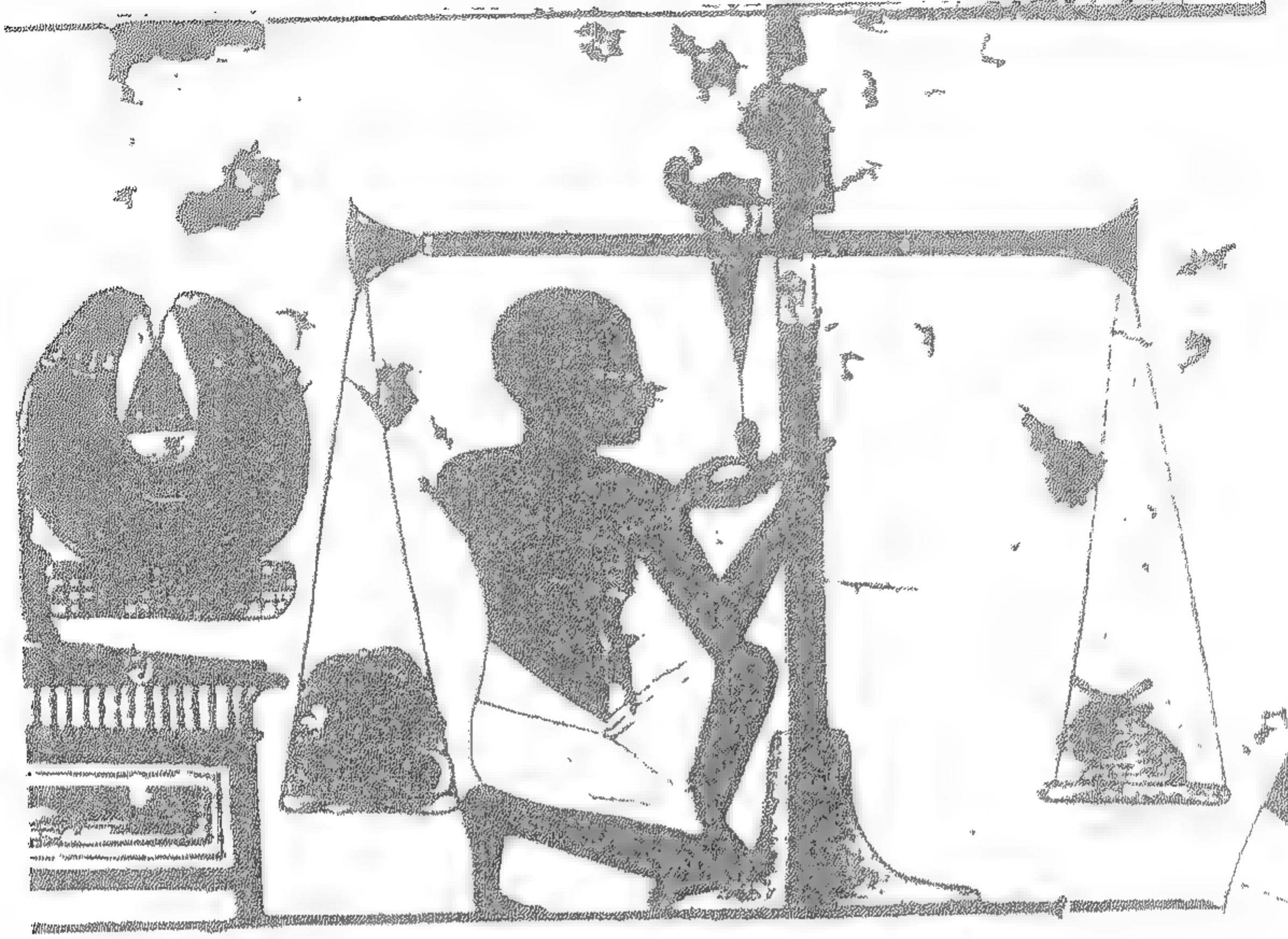
شكل ١٤٨: نحت بارز على مقبرة تى TI فى سقارة الأسرة الخامسة الميزان المصرى، الأسرة (٢٤٥٠-٢٢٩٠ ق.م) وقد تم اختراع الميزان فى مصر نتيجة فلسفة ماعت maa't المعيار العالمى. المراقب يؤدى عمله والكاتب يدون.



شكل ١٤٩: ميزان مصرى له جزء منزلق ١٥٠٠ عام ق.م "يقوم الوزان بتحريك المنزلق إلى وضع ابتدائي متماثل بالنسبة للدعامة المركزية وهى طريقة لإتقان الوزن وأسلوب فيه من الفطنة فى الأداء بمهارة على طول ذراعى الرافعة اللذين يكونان الميزان، ومع تغيير مركز الثقل للمنظومة" (الشيخ أنتا ديوب، حضارة أم بربرية Civilisation ou Barbaree، ١٩٨١، ص ٣٠٧، ونص محقق بمعرفة المؤلف) وهكذا كانت نظرية الميزان معمولاً بها فى مهارة فى مصر القديمة وتظهر تلك الوثيقة أن الأوزان المستخدمة فى وزن الذهب كانت عبارة عن رءوس البقر، أو الأسد، أو على هيئة مخروط. وكانت لها قيمة عددية. وكان الذهب الموزون فى الدولة الحديثة (١٥٩٧ - ١٠٨٥ ق م) له درجات عديدة فى القيمة والنوعية "ذهب الحبل" والذهب النقى الطيب bon "الذهب الجيد" deux fois

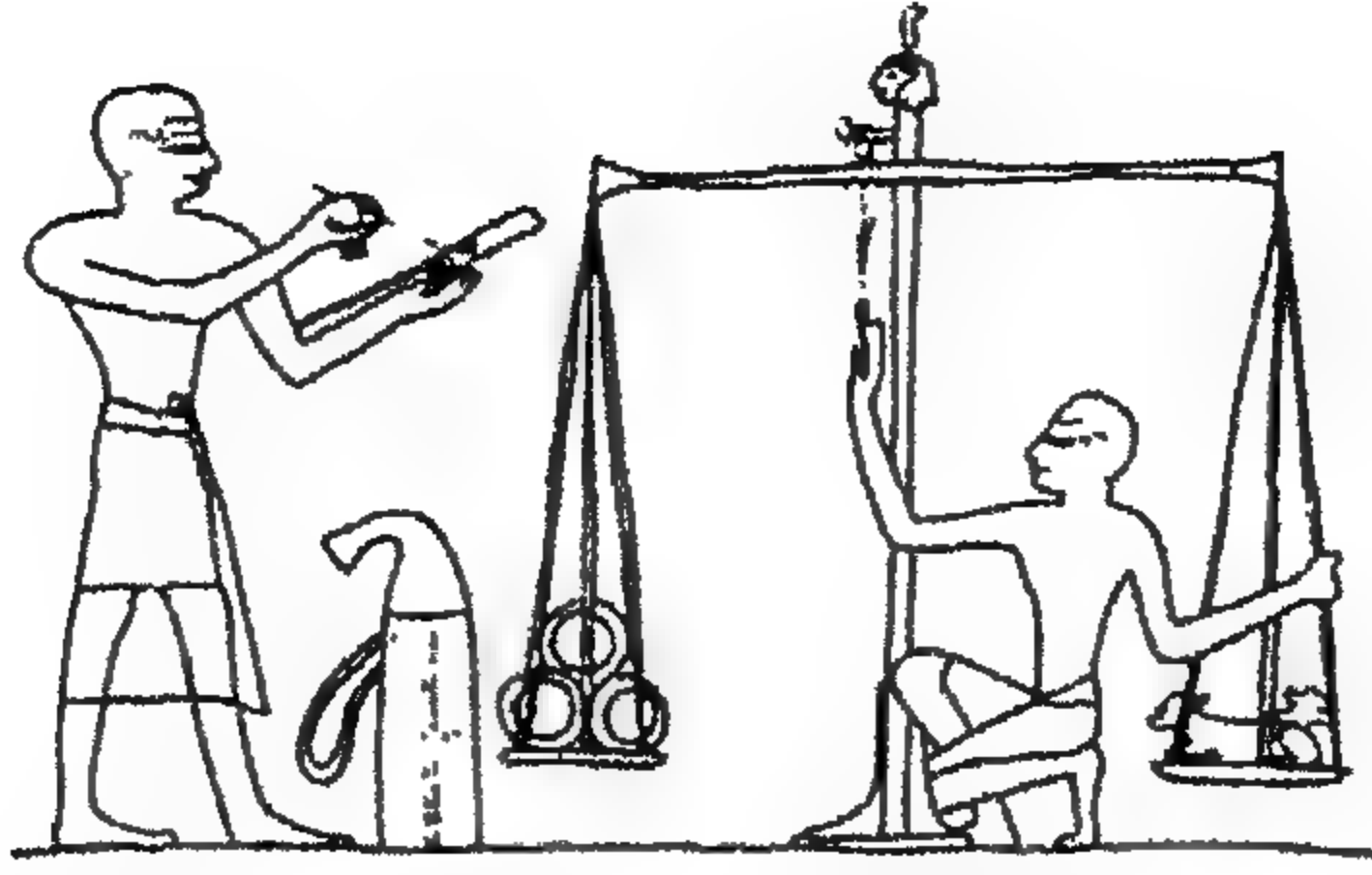


me'llem "الذهب الجيد جدا trios fois mellem الذهب الممتاز" de poids  
والذهب قاتم Katem الممتاز" أى الذهب القادم من الدول الآسيوية وكان الذهب  
الوارد من النوبة (السودان) أيضا له سمعته المماثلة أيضا.



شكل ١٥٠: أوزان من الذهب ذاهبة للصاغة نهاية الأسرة الثامنة عشرة  
والمنظر مأخوذ من مقبرة نيبامون Nebamon وإبوكى Ipouky (طيبه، رقم  
١٨١)، اثنان من جهازة النحت عند الفرعون. والذهب موضوع فى طبق الأيسر  
لكى يتم تحديد وزنة، والعامل يركز جيدا، أثناء عملية معادلة وضع التوازن الأولى  
والموضع الذى يتم فيه حساب الوزن بدقة: ويتطلب إجراء عملية الوزن بتغيير  
المنزلق المطلوب لمعادلة الموزون دقة كبيرة.

ومن المناسب أيضا أن نعرف أن الميزان ذو دعامة (المرتكز) وذو الأذرع  
الأفقية وله طبقان مدليان عند الطرفين، كان معروفا منذ الدولة القديمة (٢٧٨٠-  
٢٢٨٠ ق.م) وكان الميزان مستخدما على نحو خاص بمعرفة الصائغين وصناع  
الذهب لوزن الذهب، وفيما بعد استخدم أيضا فى المبادلات التجارية.



شكل ١٥١: وزن الذهب على شكل حلقات. الكاتبان. احدهما يقوم بعملية الوزن والآخر يسجل النتيجة. الروح الهندسية عند قدماء المصريين تسود عملية القياس والتسجيل في نسب دقيقة التي تتم للإدارة المركزية أو المحلية.

المصدر: دافيز Davies مقبرة مينخبير أسونب Menkhepera Sonb أمنمحت Memmose وآخر لندن ١٩٣٣، اللوحة ١١.



شكل ١٥٢: تاجر الذهب.

ميزان يدوي، تومبوكتو Tomboucton مالي هذا هو الميزان المصري القديم أوس و IWSW وفي مصر كانكان موسى kankan moussa الذي تعتلى كرسى السلطة عام ١٣٠٧ ، كان هناك إدعاء في تومبوكتو باستخدام أوزان مزورة وقياسات مزورة من خليط من النحاس مع الذهب الخالص والفضة، وكان يتم زيادة شغل مسحوق الذهب باستخدام مواد مختلفة.

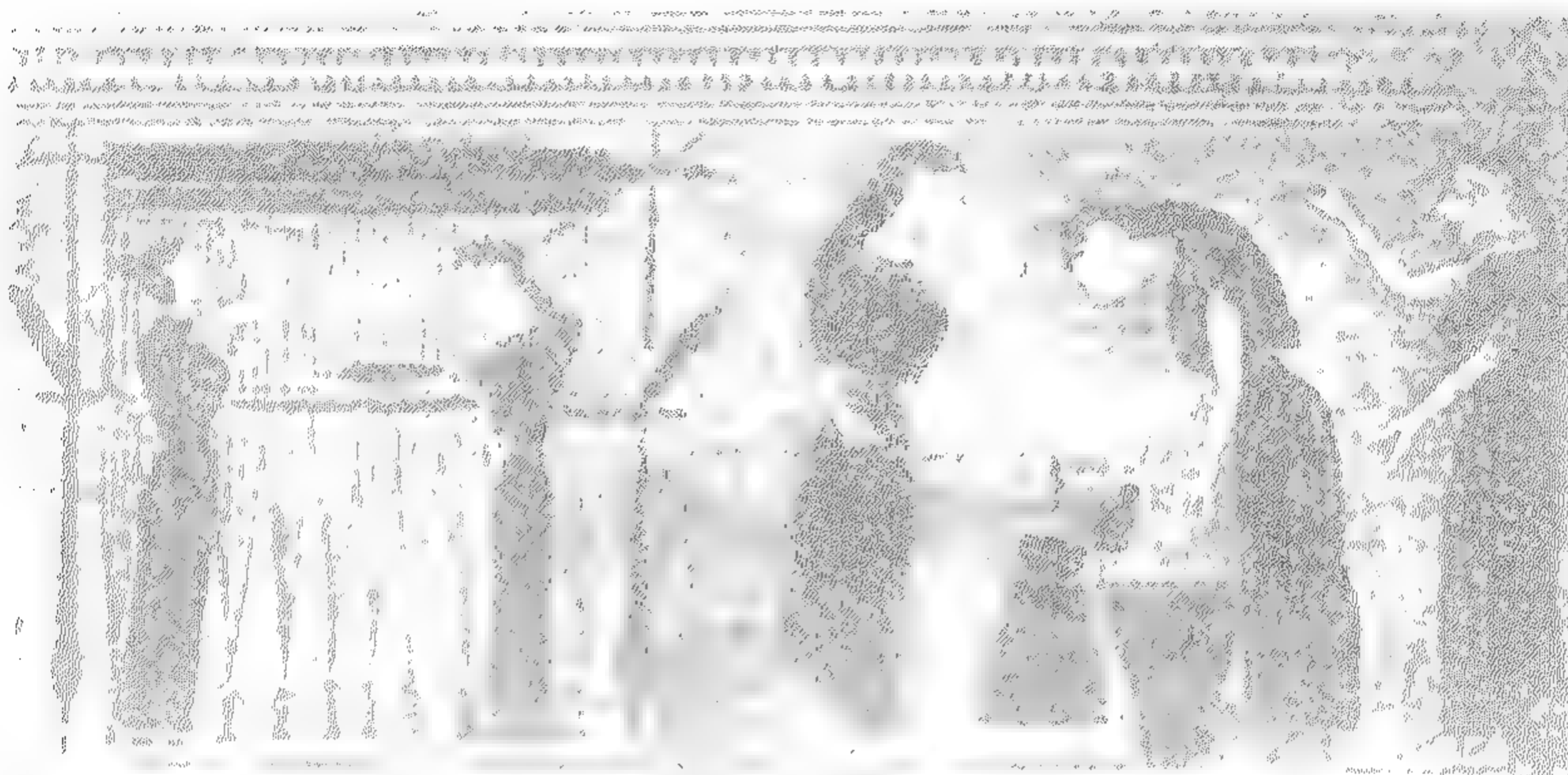
المصدر: فيليكس دوبورا Felix Dnbois تومبوكتو المليئة بالأسرار  
 Tombouc ou la my dteriense باريس إفلاماريون E Flammarion  
 ١٨٩٧، ص ٣٠٤.



شكل ١٥٣: زخرفة على أنية إغريقية. وكان هذا النوع الأسبرطي  
 Sperte شائعاً في أسواق نوقراطيس Naucratis في مصر القديمة وفي بلدة  
 ساموس Samos في منطقة أيونيا Ionie (آسيا الصغرى) وفي منطقة  
 سيرينيا Cyrenaique (شمال ليبيا وشمال أفريقيا) ويرجع تاريخ تلك الأواني  
 الأسبرطية إلى النصف الأول من القرن السادس قبل الميلاد.



ويمثل المنظر المرسوم هنا التأثير المصري تماما على كأس أسبرطي نرى الملك اليوناني لسيرنيا cyrene يشرف على عملية وزن وتعبئة الصوف في منظر يشبه تماما التمثيل المصري لعملية وزن وتستيف البضائع -theona Spartan-cupthe Greek King & cyrene Supervisies the weighting and packing of wool ina scene which is very close to Egyptian represntation of an over seer and the weighting and stacking of goods " john Boordman ,the greeks overs seas Penguin Books edition de 1973P149)



شكل ١٥٣ مكرر: منظر وزن الكتان ، أنية من نوع الليكتية Lecythe عليها أشكال مرسومة باللون الأسود، أثينا حوالي ٥٦٠ ق.م - نيويورك متحف الميتروبوليتان للفن.

امرأة تزن خيوط الكتان وكانت عملية مراقبة وزن الكتان تختص بها النساء اللاتي كن يصنعن منه النسيج وغير ذلك المنظر المميز للحياة اليومية ، يكون فيه القبان على شكل أشياء مستطيلة غير منتظمة.

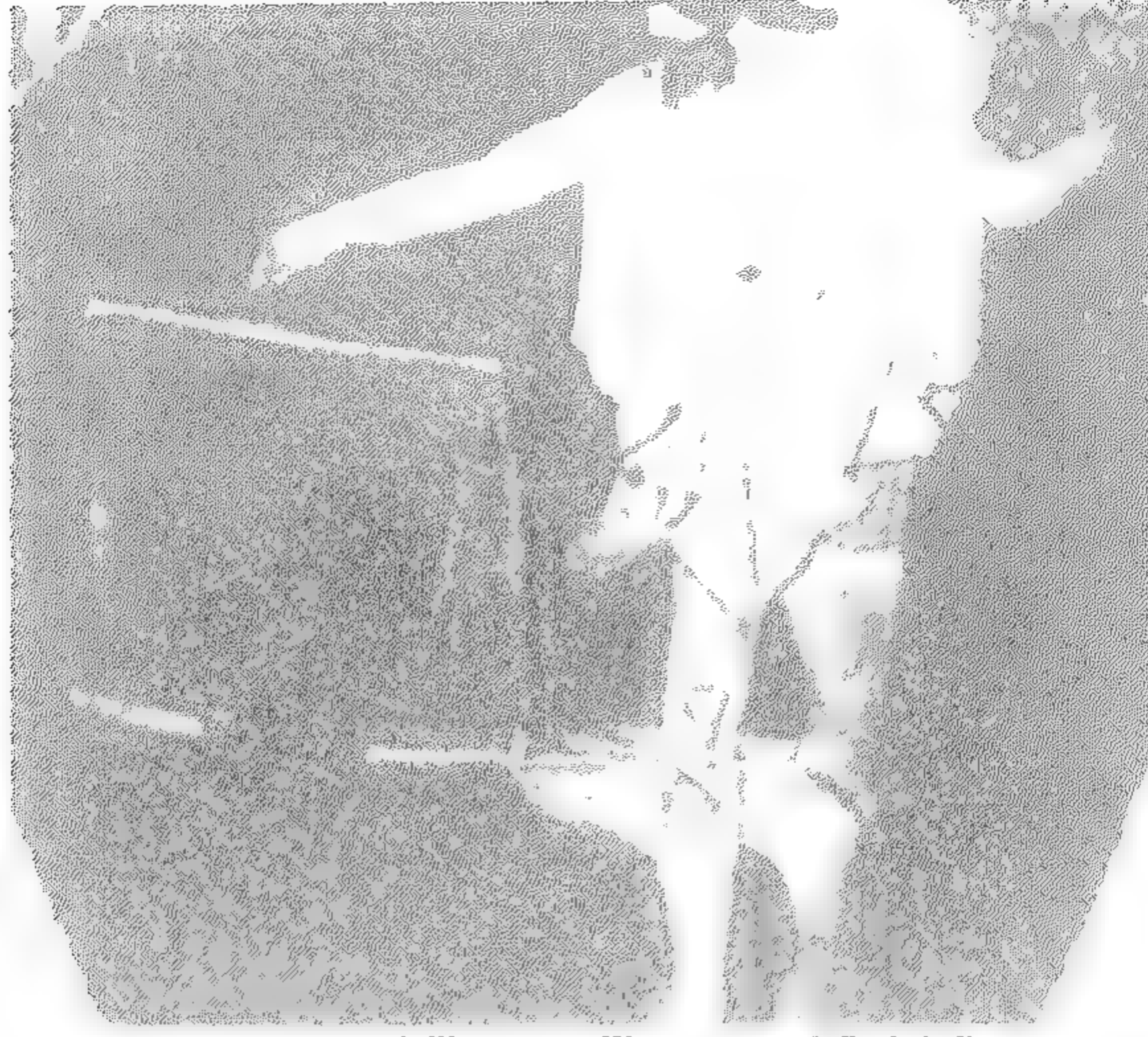


شكل ١٥٤: وزن الأقفال كتاب الموتى. الدولة الحديثة (١٥٦٧-١٠٨٥)

ق.م). المتحف البريطاني - لندن والاسم الملائم لذلك الكتاب هو "كتاب الخروج إلى النور" والطبق الأيسر يحتوى على قلب المتوفى أما الطبق الأيمن ففيه ريشة نعامة "ارمزماعت maa't" إلهة الحقيقة والعدل والتوافق الشامل والنظام الكونى. وهنا يقود الإله أنوبيس Anubis . برأس ابن أوى) الميت ويقوم بتشغيل الميزان، فيوقف الاهتزازات ويتأكد من أن الطبقين يعملان أم غير متوازنين. بينما يقوم الإله تحوت thot (برأس أبى منجل Ibis) بتسجيل النتائج ويقود الإله حورس Horus الميت إلى حضرة أوزيريس Osiris يساعده ٤٢ إلهاً آخر وإذا ما أعلن أن الميت الذى جرى اختباره "ماحدرو Maa' kherou ذا صوت منضبط juste de voiy فسينال ثواب الجنة الشمسية للنهاية ويكون من الأبرار. أما إذا كان مصيره غير ذلك فسيلتهمه الوحش (الواقف إلى جانب الطبق حيث توجد الريشة الرمزية) ويكون الاعتراف الأول (الفصل ١٢٥ من كتاب الموتى) من ٣٦ عبارة. والاعتراف الثانى أكثر طولاً ويضم ٤٢ عبارة وهناك ٣٦ ديكانوس decan(\*) ويجب أن يعترف الميت بأنه لم يرتكب أى معصية طوال عام وهناك ٤٢ اسماً (فى فترة متأخرة) إلا أن الميت يتم استجوابه على التوالى فى ٤٢ عبارة.

(\*) الديكان decan لفظ كان يطلق على كل عشر درجات من دائرة البروج zodiac - المترجم.





شكل ١٥٥: هيرمس hermes، تحوت اليونانيين، يزن أرواح الموتى رسم موجود على أنيه (متحف اللوفر , h.d.rel VII quille ق fig ص ١٩٣) هيرمس يزن أرواح الموتى وميزان العدل (٢٨٤) في اليونان له مصدره المباشر من ميزان الحساب في مصر الفرعونية: وذلك ضمن الطقوس الأوزيرية الأساسية والتي تقوم بها ماعت وذلك كي يمكن للميت أن يحصل على المباركة السماوية (التطويات beatitudes) في مملكة الشمس للإله والأرواح المنيرة.

وقد كتب هيرودوت: "أن جميع الشخصيات الإلهية على وجه التقريب (ta'oun'mata tom) جاءت إلى اليونان من مصر (eks aiguptou eleluthe) (هيرودوت II ٥٠).

ولنسمع أيضا إلى كلمات أبي التاريخ (لقد كان المصريون القدماء أيضا أول (protoi) من أعلن تلك العقيدة (tom logon) وهي أن روح الإنسان خالدة (hòs anthròpou psuchè athánatos ésit) إنهم اليونانيون سواء كان ذلك أكثر تعجيلا أو أكثر تأخيرا هم الذين جاهروا بتلك العقيدة كما لو كانت تخصهم تماما" (هيرودوت II، ١٢٣) ويلمح هيرودوت إلى أتباع أورفيوس

les orphiques وإلى فيريسيد pherecyde (\*) فيثاغورث ، وأمبيدوقليس kmpedocle وكلهم أقاموا في مصر حسب مارواه اليونانيون أنفسهم وخاصة ديودور الصقلي وذلك بعد إيزوقراط Isocrate وهيرودوت نفسه.



شكل ١٥٦: شادوف Chjadouf مستخدم في الدولة الحديثة (١٥٦٧-١٠٨٥) وهذا الجهاز يمكنه التآرجح ويستخدم لرفع الماء من الآبار وهو نفس تطبيق فكرة الرافعة ذات الأذرع غير المتساوية فعلى عامود رأسى أو فرع شجرة (كوتد أو سناد) يضع المرء عاموداً طويلاً فى طرفه ثقل. من الحجر أو الطين ومع الطرف الآخر يوجد إناء لجرف الماء لتلقى الماء ويقوم العامل بخفض

(\*) فير ليسيد السيروسى pherecyde de cyros فيلسوف لاهوتى أستاذ فيثاغورث... حوالى ٥٤٣ ق.م - المترجم.

الطرف الذى به إناء لجرف الماء ثم رفعه لصبه فى القناة أو الحديقة للرى، وتتطلب الزراعة فى الأرض السنجة maraicheres للمزروعات السنوية أو ثنائية السنين، الغذائية والصبغية والصيدلانية مياة كثيرة للرى.

مقبرة النحات أيوى Ipouy (آبى API, Apy) طيبة مقبرة رقم ٢١٧، II  
أثناء حكم رمسيس الثانى (١٣٠١-١٢٣٥ ق.م).

وقد لاحظ الأديب الفرنسى أندريه جيد Andre' Guide (١٨٦٩-١٩٥١)  
الحاصل على جائزة نوبل ١٩٤٧ أثناء زيارته لدولة تشاد وشمال الكامبيرون وجود  
سواق morias وهى آلة تدفع المياه لرى الحقول.

وتلك السواقى هى فى الواقع نوع من الشواذيف المصرية. أجهزة متأرجحة  
والواقع أن الساقية هى آلة هيدروليكية تتكون من قواديس مربوطة على سلسلة  
دائرية تدور بلا نهاية ويغطس فى المياه فى وضع معكوس وتصعد مملوءة بالمياه  
وهذا تطبيق على الرافعة ذات الذراع غير المتساوية.

ونورد هنا وصف جيد "..... على الشاطئ النهر (ناحية تشاد)، هو شاطئ  
شديد الانحدار. لفتت أنظارنا، السواقى noria - أو بماذا أسمى تلك الآلات الرافعة  
- رافعة بسيطة، حاملة على طرف منها الإناء الذى يتلقى الماء، على الطرف  
الآخر ثقل موازنة، يوازن كم الماء المرفوع من النهر، دون عناء ليسرى إلى  
الحقل المطلوب رويه. ولم يكن هناك ما هو أكثر بدائية وأكثر أصالة من تلك الآلة  
البدائية ذات الرشاقة الفيرجيلية virgilienne. ثمرة دباء calebasse ضخمة  
تستخدم كوعاء لجلب الماء.

ويعمل على ذلك الآلة رجل من ذلك البلد لرفع الماء، بينما هناك آخر يقوم  
مستخدما معزقة بغلق وفتح بوابات صغيرة فى التربة. ويترسب الماء فى البداية  
من الوعاء، على سطح غربلة claie، بحيث لا تتجوف التربة نتيجة اندفاع الماء،  
ولكنها تحافظ على انحدارها. والحقل كله كان له ميل خفيف وهو مزروع



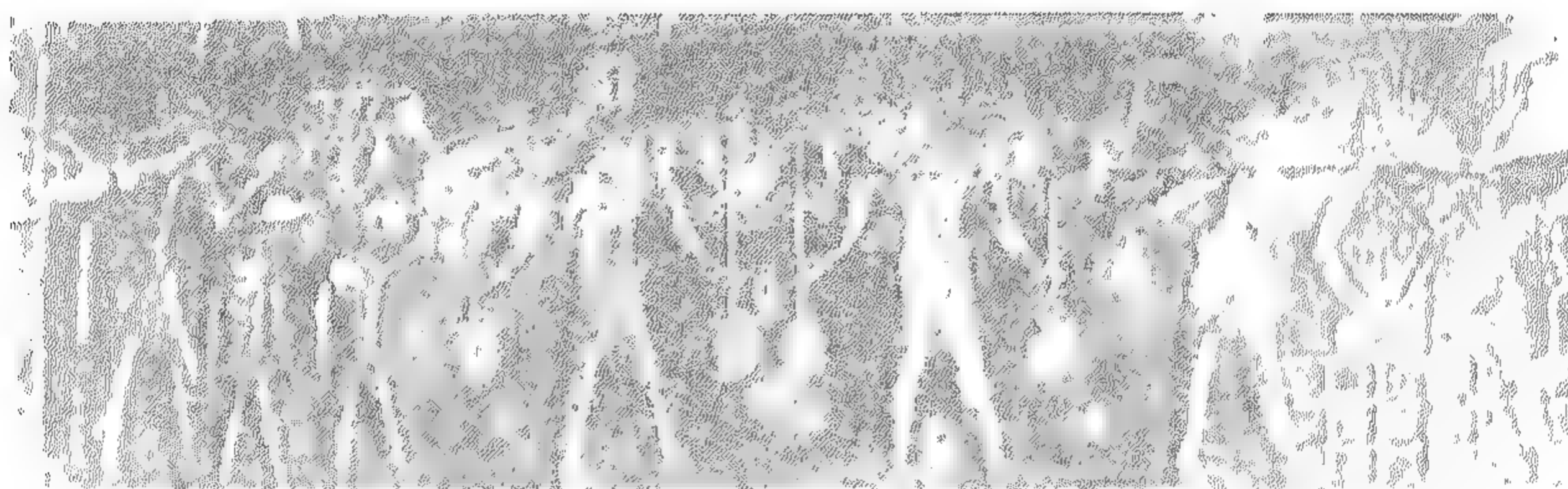
بالبادنجان. وكان ذا مساحة ليست بالكبيرة، تخدمه ست سواقي بينها مسافات متساوية حوالى عشرين مترا. وقد لاحظت ذلك ودوّنته فى إسهاب، لأننى لم أشاهد طوال رحلتى فى تشاد من يتكلم عن تلك الآلات.

(أندريه جيد، العودة من تشاد A.Gide, Le Retour du Tchad، باريس، جاليمار، ١٩٢٨، ص ١١، ١٢).



شكل ١٥٧: الساقية النوبية (عن كيروبينى Cherubini، ١٨٤٧) الشادوف (shadouf) le chadouf، وعاء مثبت فى رافعة بها ثقل موازنة، كان يستخدم فى رى الحقول الواقعة أعلى مجرى النيل، وتبعد كثيرا عن تسربات النهر تحت الأرض. (الدولة الحديثة: ١٥٦٧ - ١٠٨٥ ق.م) أما الساقية فلم تظهر إلا فى العصر البطلمى (٣٠٤ - ٣٠ ق.م) وهى عبارة عن عجلة بقواديس يتم إدارتها بواسطة الماشية لرفع المياه المطلوبة لأعمال الرى.

وهكذا كان الشادوف والساقية يعملان كآلات مساعدة للرى فى مصر، وهكذا كانت قوانين علم الميكانيكا تستثمر فى الحياة العملية عند قدماء المصريين. وهكذا وصف س. كيرويينى، وكان مرافقا للعلامة ج. ف. تشامبليون J.F- Champollion فى رحلته، الساقية قائلا: "تتكون تلك الآلة من عجلة ذات قواديس، وتتصل بمسننات، وتتم إدارتها بواسطة الجواميس والأبقار، وأحيانا بواسطة الجمال. وخلال رحلة بوركهارت Burckhardt، تم إحصاء عدد السواقي ما بين ستمائة إلى سبعمائة ساقية ما بين أسوان ووادى حلفا فقط." (س. كيرويينى، النوبة فى العالم، أو تاريخ ووصف كل الشعوب Nubie dans l'universe ou l'histoire et description de tous les peuples. باريس F.Didot ١٨٤٧، ص ٥٣).



شكل ١٥٨: نظام موازن المياه (الدولة القديمة)

منظر من الحياة الريفية. حاملو المياه لرى حديقة أو حقل بمساعدة نظام الميزان balancier وتقسم الحديقة أو الحقل المطلوب ريه إلى أقسام مربعة، مخططة بانتظام.

سقارة: الدولة القديمة (٢٧٨٠ - ٢٢٨٠ ق.م).

المصدر: جاستون مينيون Gaston Migneon: النيل وممفيس Le Nile et Memphis، باريس H.Laurens، Renouard، ١٩٢٨، ص ٩٢. مجموعة: "Les Villes d'Art Celebres".





شكل ١٥٩: موازن مياه مصرى Balancier egyptien

حامل موازن من وادى النيل، حفر بارز من عصر العمارنة (حوالى ١٣٧٠ ق.م) - متحف بروكلين ٦٥٠١٦.



شكل ١٦٠: موازن المياه عبارة عن عصا طويلة تستخدم فى نقل المياه فى أوعية ثقيلة ويصعب حملها فى اتران وفى كل ناحية من العصا تكون الأوعية بنفس الوزن تقريبا، إلا أن حامل المياه لابد أن يحقق التوازن بينهما وخلال العصا. ومن ناحية أخرى تكون الأنيثان على طرفى العصا على نفس المسافة تقريبا من نقطة الارتكاز على عائق الحامل. وعلى المستوى الرأسى تكون الأوعية على نفس الارتفاع.

الصورة: كليشييه للجمعية الأفريقية لمجموعة الشراء في نيامي Niamey  
انظر Dr.Jean Boulnois et Boubou Hama، امبراطورية جاو Gao.  
تاريخ، وعادات والطقوس السحرية للسونراي histoire, coutumes et magie  
des sonrai، باريس، Andrien ~ Masonneuve، ١٩٥٤، ما بين الصفحات  
١٢٦، ١٢٧ نجد تلك الصورة.



## XXXVI

### البنية الهندسية للعالم في مصر وفي باقي أنحاء أفريقيا السوداء

#### ١ - النظام الهندسي للطبيعة.

هناك هندسة محسوسة، أى أن الطبيعة منتظمة هندسيا. إن الطبيعة تُظهر إنشاء هندسيا جوهريا. وهكذا، نجد أن أفلاطون في محاورته *Timée*<sup>(\*)</sup>، قد أورد أنه الهيولة الأولى (العمار الكونى)، أن الكون كان منظما فى تنظيم من أجسام، وأنه لكل عنصر من العناصر الأولية، شكل هندسى خاص: فالمكعب ينتسب للأرض، والنار تنتمى للشكل الهرمى، أو الهرم الرباعى الأوجه *tétraèdre* المنتظم، أما الهواء فيمثل فى الطبيعة بالشكل الثمانى الأوجه *octaèdres*، وأخيرا الماء فيمثل مضع ذو عشرين وجها *icosaèdre*.

مع ذلك فتلك الأشكال المختلفة تكون كتلة واحدة. فهناك تشابه كلى فيما بينها. فالأوجه العشرون للمضع ذى الأوجه العشرين يمكن تجميعها لتكون اثنين من المضع ثمانى الأوجه، والرباعى الأوجه. وقد يكون التشابه مباشرا أو غير مباشر. ولدى الكل القدرة على إنتاج علاقة مشتركة بين الأشكال المتماثلة.

#### ٢ - هندسة المحسوسات *La géometrie du sensible*.

من صنع البنية الهندسية للطبيعة ويتيح لنا ذلك التعقيد العجيب فى الموجودات والمخلوقات القول بأن هناك هندسة لها معطيات محسوسة (جان نيكود *Jean Nicod*، "الهندسة فى العالم المحسوس *La Geometie dans la monde*"،

---

(\*) المحاوره التى عرض فيها أفلاطون لنظرية الأفكار *Theorie des idées*، وهى محاوره عن الطبيعة، ولم يظهر بها سوى تأثير طفيف لسقراط - المترجم.

باريس، PUF، ١٩٦٢. بمقدمة لبرتراند روسل Bertrand Russel، صفحة ١٦٠) وتلك الهندسة الخاصة ما هي إلا علم الفضاء La Science de l'espace، وهو هندسة الحجم، والمساحة، والخط، والنقطة، إلا أنها هندسة مطبقة على نحو مباشر على موجودات حقيقية، والتي تضع مصطلحات سهلة للتفسير في الطبيعة. ومن هذا المنطلق، نجد أن الرشاقة، والبساطة، والجمال تميز تلك الهندسة الخاصة، تجعلها تقترب من الرؤية الجمالية (الإسطاطيقية Esthétique).

### ٣- الإيقاع المتناغم للأشكال Le rythme des formes.

تكون الأشكال الناتجة غير متنوعة في تنوعها، وكذا في تناغماتها cadences وإيقاعاتها.

وتلك هي الحساسية التي تتوافق في قليل أو كثير مع حالتنا النفسية، وتتيح لنا اكتشاف أولاً، الهارمونيّات النفاذة والصلات المخفية، والتي تشكل صيغ وأشكال هندسة هذا العالم المحسوس.

وهناك عنصر رمزي معين كامن في تلك الهندسة، والتي تفخر بلا شك، بما فيها من موهبات هندسية زخرفية.

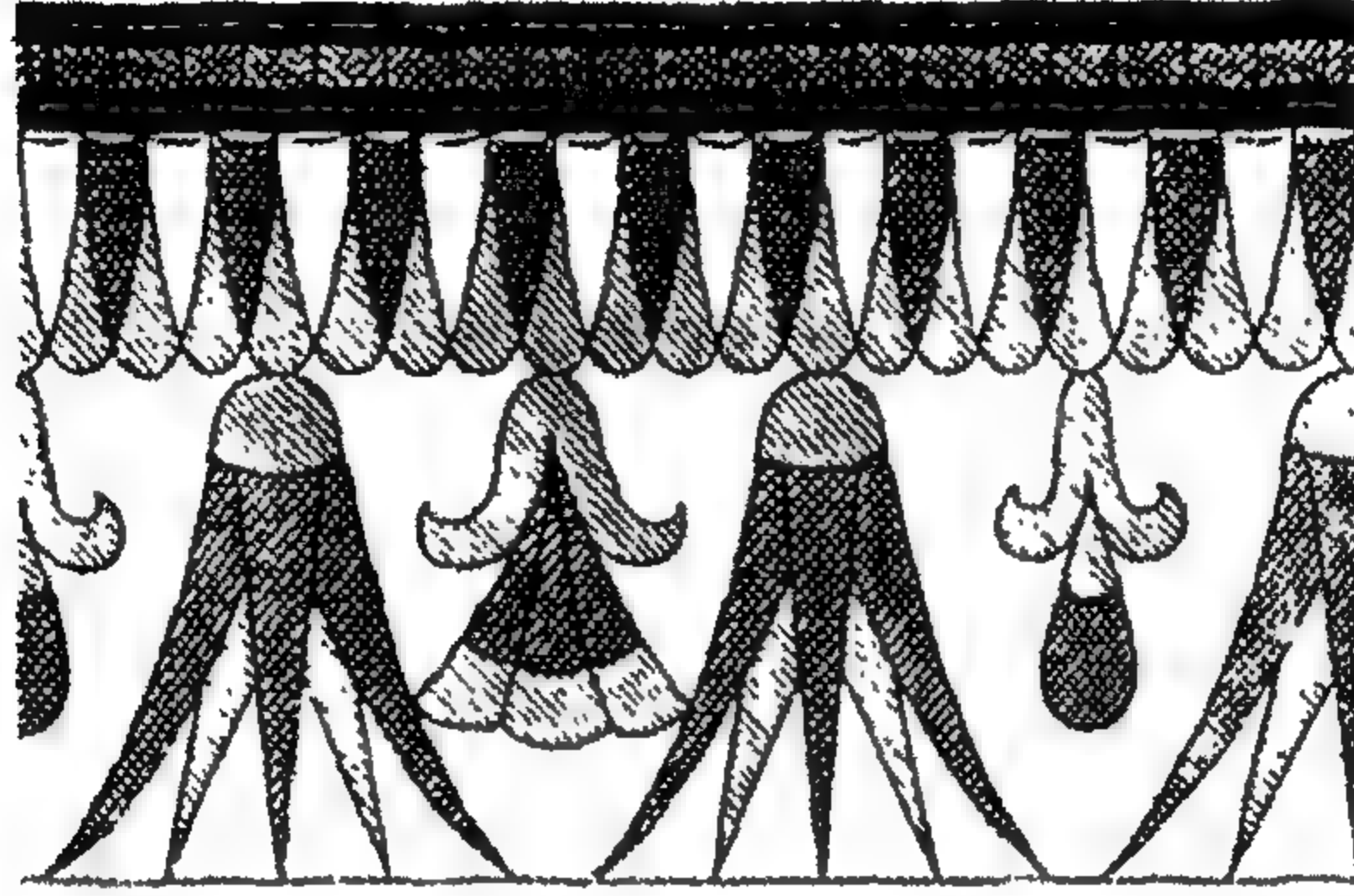
### ٤- الإحساس باللطف والتأنق La Sentiment de la grace.

ومثل تلك المشاعر العميقة تنبع في نفس الوقت من الهندسة، والجماليات. وقد شرحها بيرجسون Bergson قائلا "... إذا ما فضل عامل اللطف والتأنق المنحنيات على الخطوط المتكسرة، وذلك لأن الخط المنحني يغير اتجاهه بلا انقطاع، إلا أن كل اتجاه جديد كان يؤول إلى ما سبقه من اتجاهات..." (هنري بيرجسون Henri Bergson، مقال حول المعطيات المباشرة للشعور Essai sur les données immédiates de la conscience، باريس، P.U.F، ١٩٦١، ص ٩ - تم مراجعتها بمعرفتنا) والشكل الذي يفرض نفسه هو إن الخط المنحني. يثير والإحساس باللطف والتأنق ويكون أقوى كثيرا عندما يتفاعل على سطح منحني، كالآنية La calebasse وفي الواقع، فإن زخرفة الآنية هو ابتكار هندسي تماما، والذي لا ينضوي تحت مفهوم الاستقامة (الخطوط المستقيمة أو المتكسرة) ولكن في مفهوم الدائرية والانحنائية (الدوائر والمنحنيات).

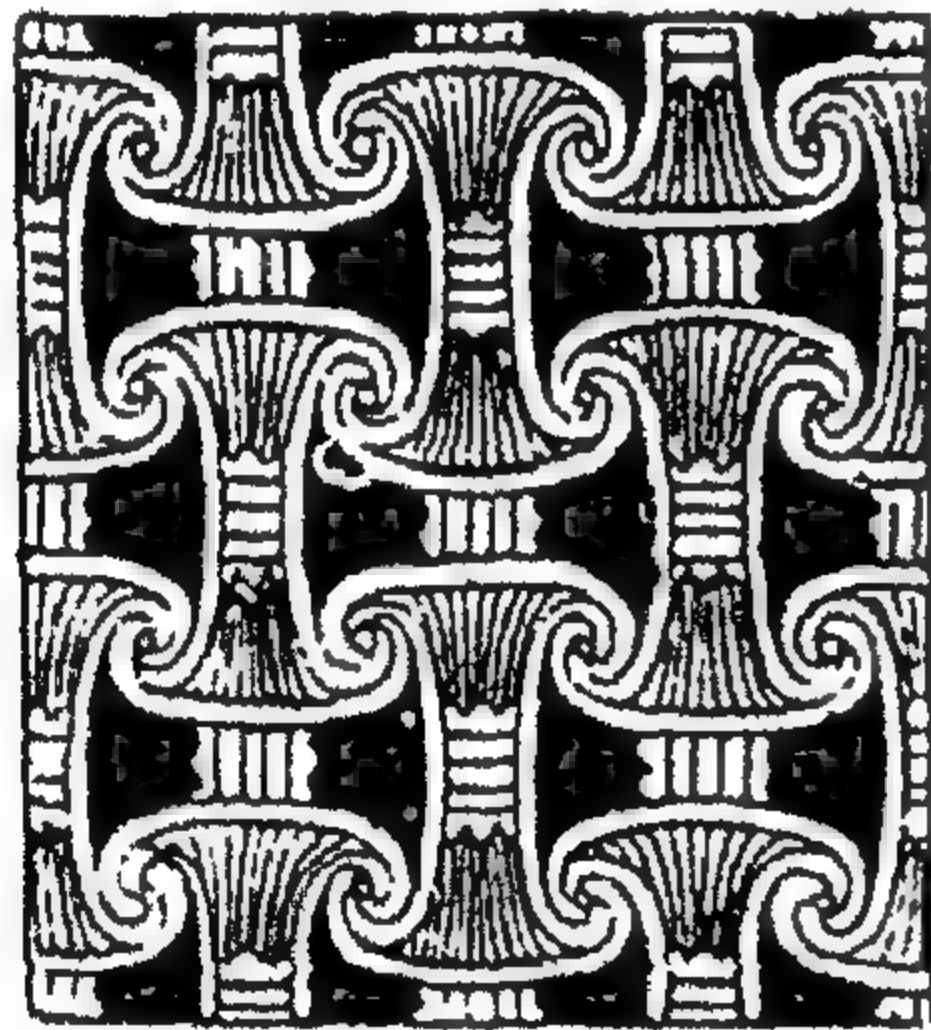


ولهذا السبب يكن المرء إعجابا لفن الزخرفة الأفريقي، فى وادى النيل،  
وباقى أنحاء أفريقيا السوداء.

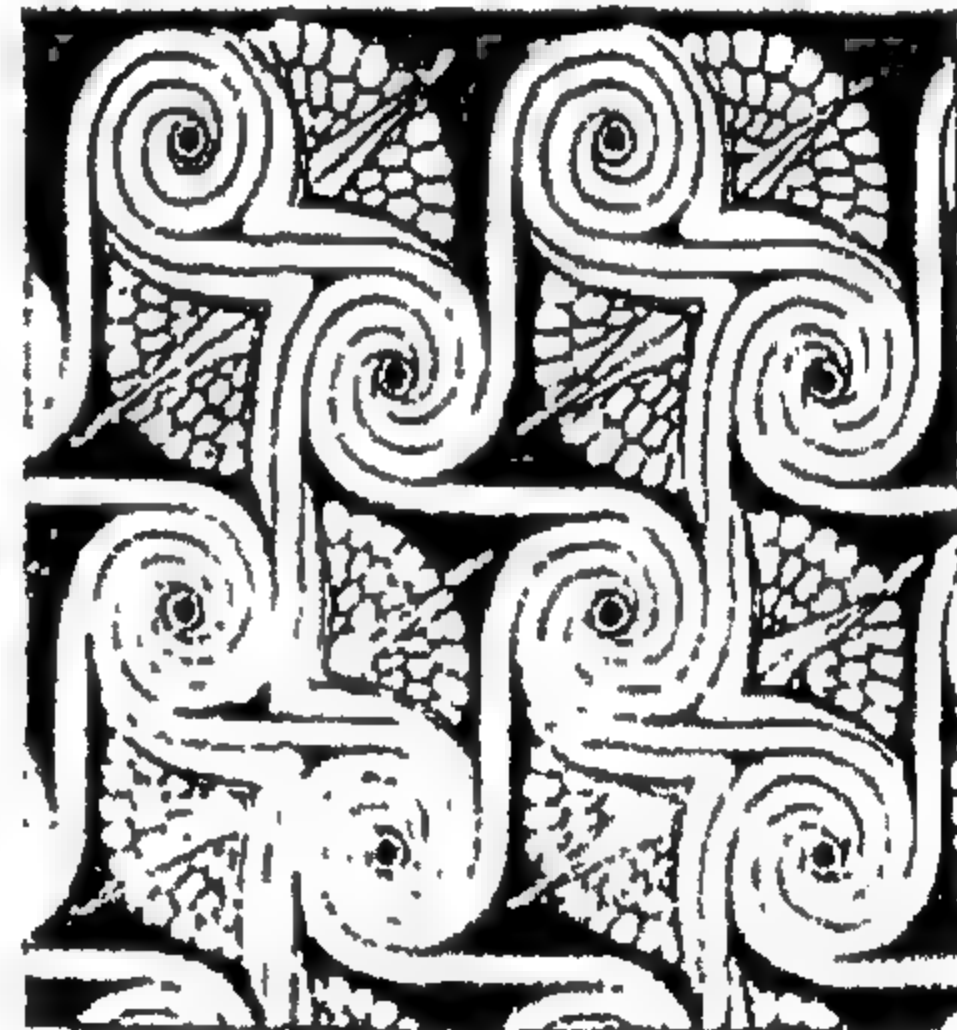
#### ٥- الموتيفات الهندسية للزخرفة المصرية.



كانت زهرة اللوتس الزرقاء التى تزين الأفاريز هى الموتيفة الدائمة فى  
الزخرفة المصرية. وكانت كئوس Sépale وبتلات petals اللوتس تتمدد مدببة.  
والموتيفة طبيعية، نباتية.



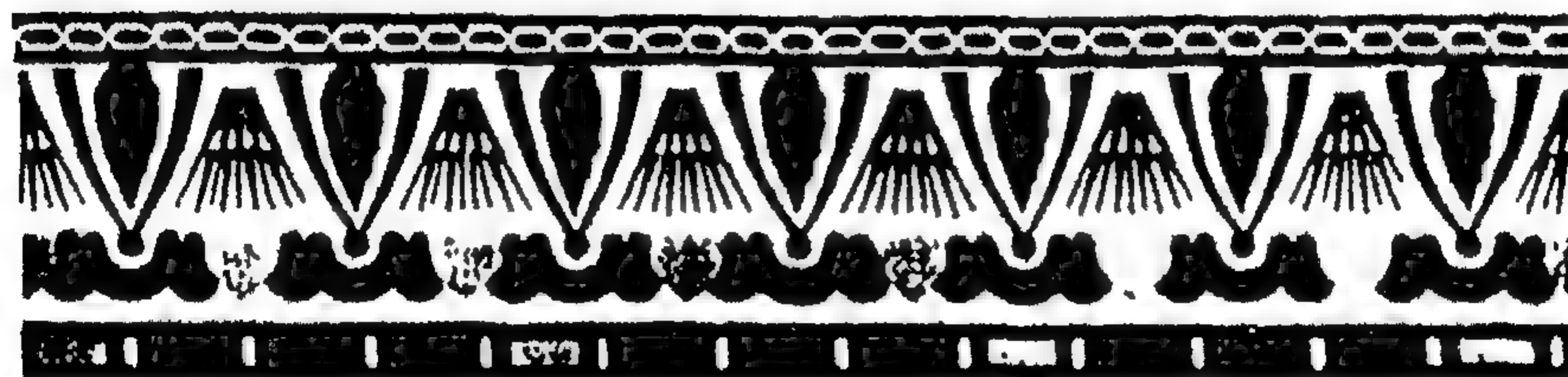
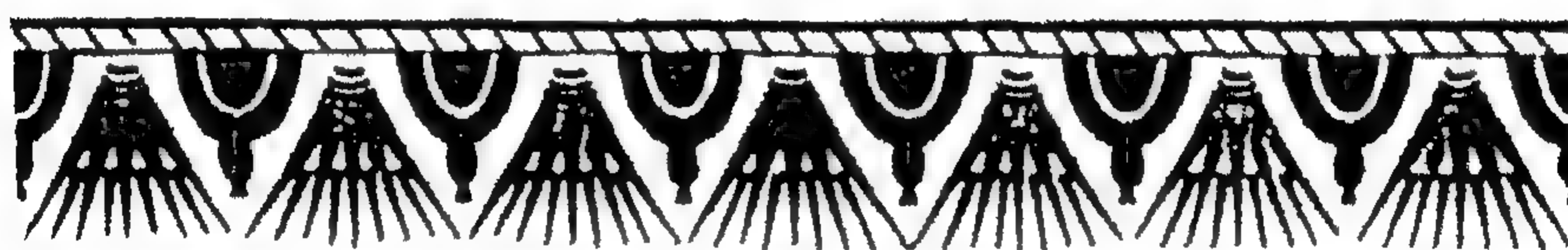
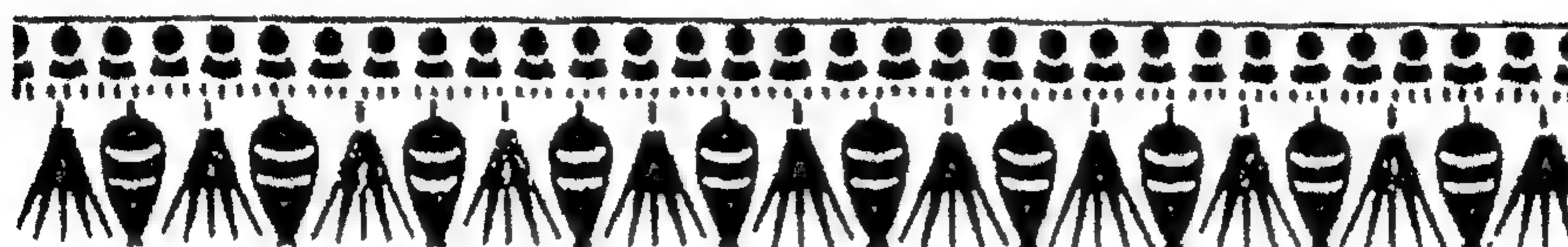
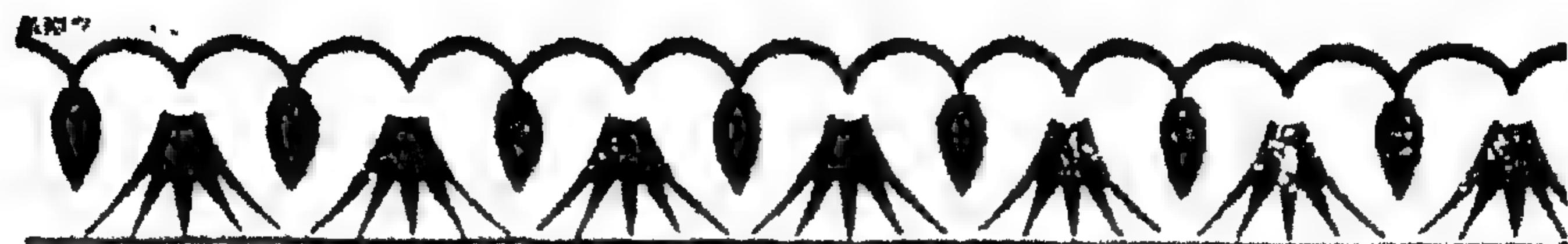
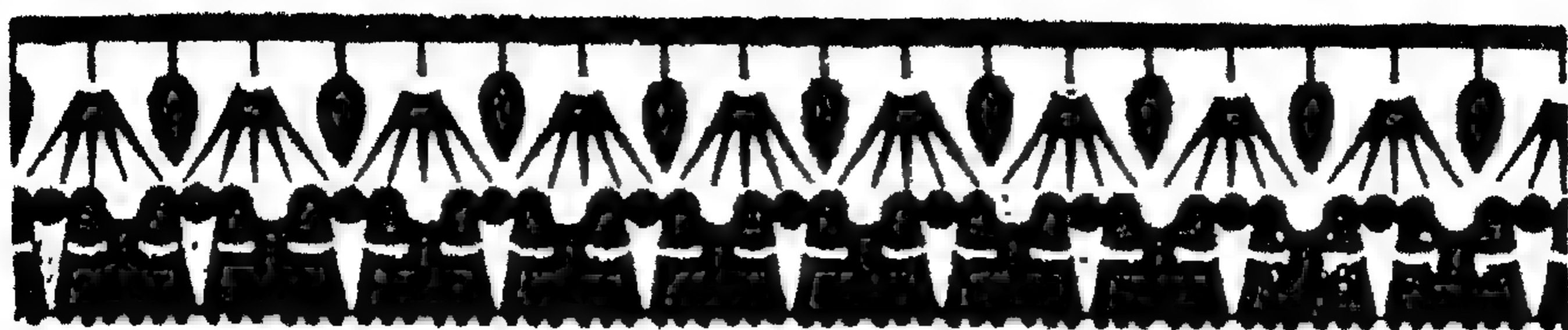
حلية ملفوفة على شكل حرف C



حلية حلزونية على شكل حرف S

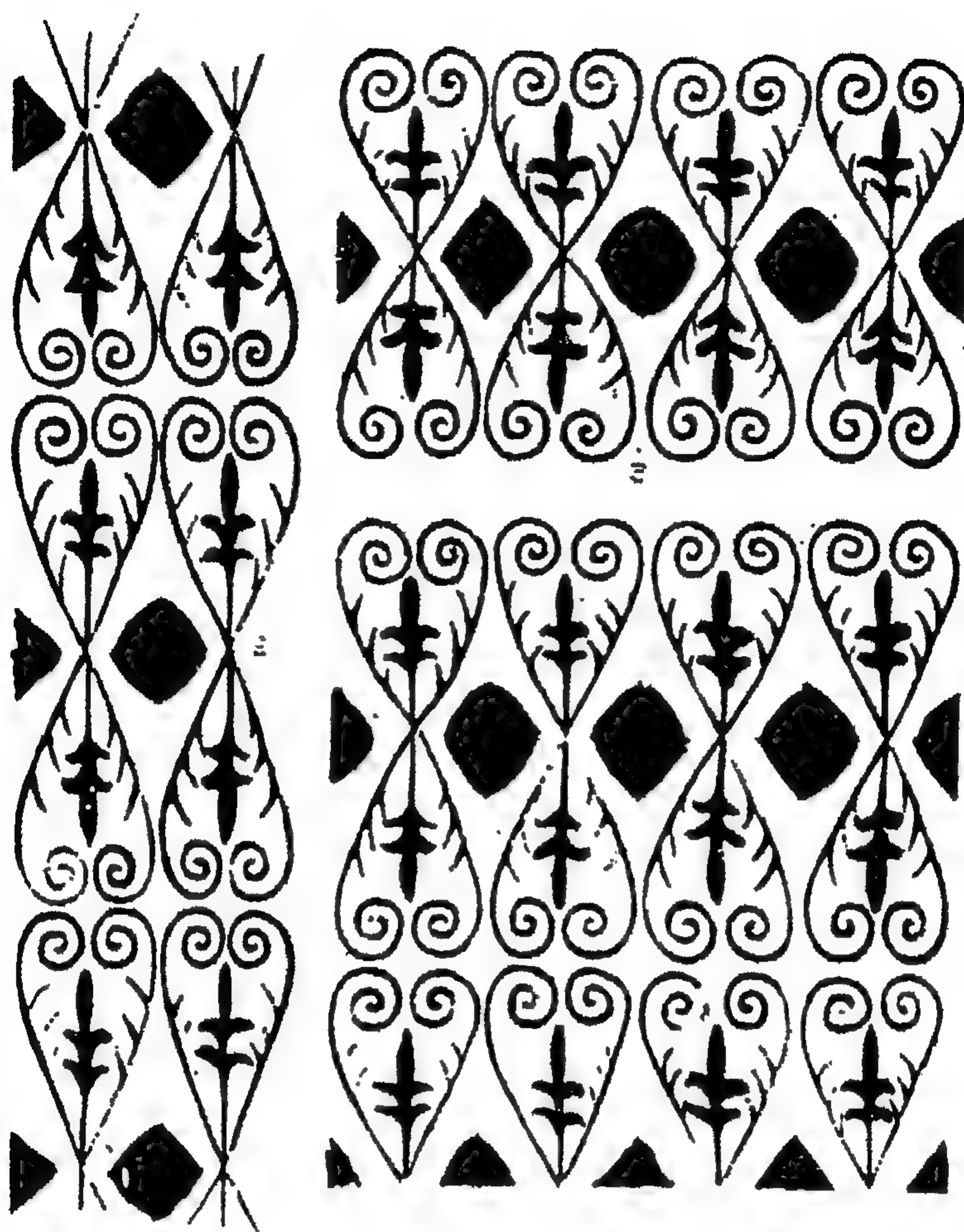
والحليات الملفوفة على شكل حرف C عبارة عن موتيفات هندسية تكون  
فيها الأنشوطات boucles متصلة ببعضها البعض طوليا وعرضيا. أما الحليات  
الحلزونية على شكل حرف S فتكون حلزونية فى الغالب.

شكل ٣:١: موتيفات هندسية للزخرفة المصرية



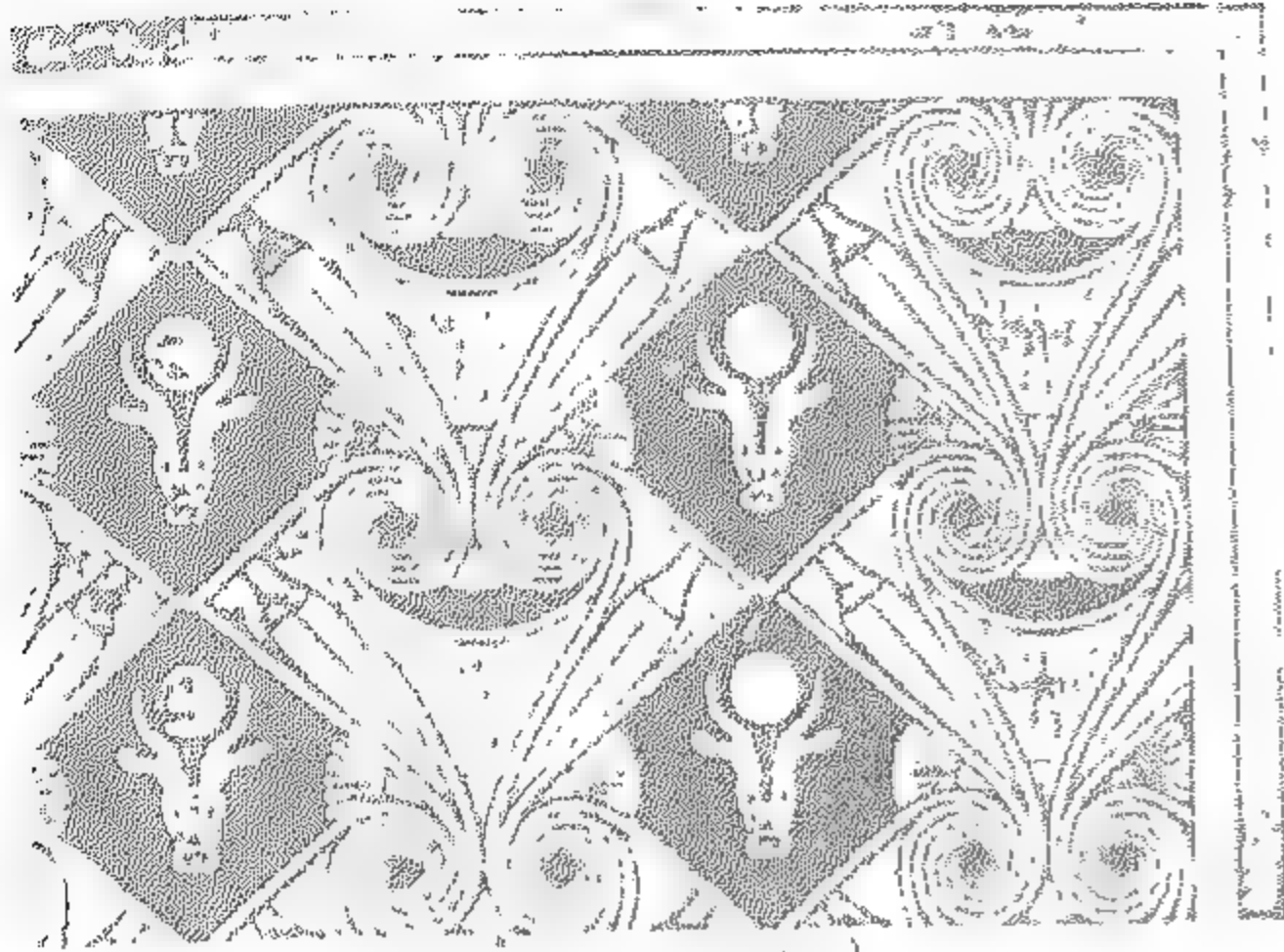
شكل ١٦٢: إمبريز من طيبة

إكليل زهرية منمنمة Stylisees، تتخللها زهرة اللوتس (عن ج. جيكييه  
(G.Jéquier).



شكل ١٦٣: زخرفة سقف في ماير Meir (عن أ.م. - بلاكمان A.M.Blackman) (تصوير زخرفي يحيط بكوّة niche في تمثال في مقبرة مير Meir، للدولة الوسطى (٢٠٥٢ - ١٧٧٨ ق.م) - الموثيقة بسيطة تماماً، تكون من حلزونيّات.



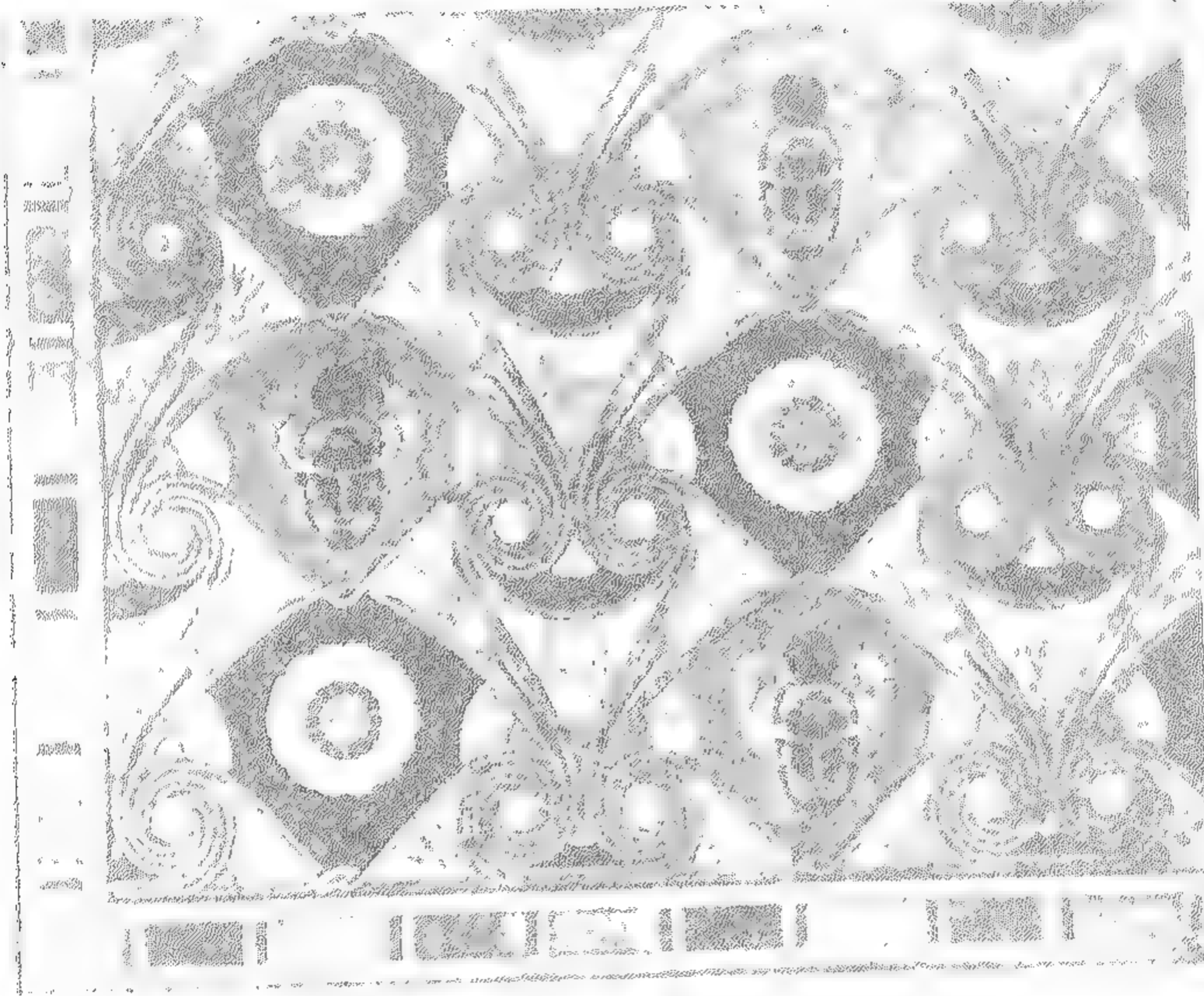


(عن بريس دافين)



(عن بريس دافين)

شكل ١٦٤: زخرفة سقف (عن الرحالة بريس دافين Prisse d'Avennes)



شكل ١٦٥: سقف مقبرة رمسيس الثانى

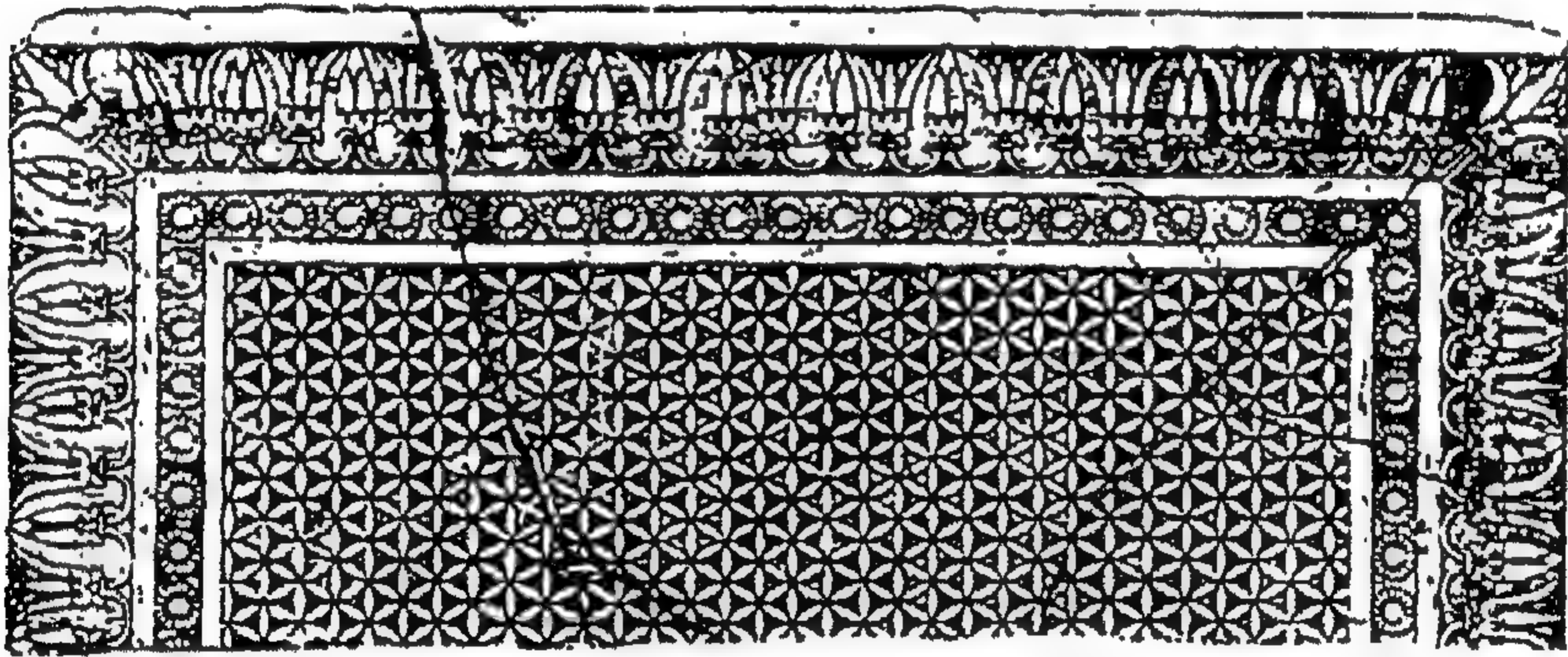
(١٣٠١ - ١٢٣٠ ق.م)

عن بريس دافين: الفن المصرى القديم

وتلك الموتيفتان الهندسيتان (شكل ١٦٤) والتي يرجع تاريخهما إلى الدولة الحديثة (١٥٦٧ - ١٠٨٥ ق.م)، بهما ما يكفى من التعقيد: فالحلزونيات أكثر تطويراً، وهى تتشابه فى رسم متصل، وفى أسلوب يحيط برعوس ثيران تحمل

وحدات زخرفية على شكل زهرة rosace بين القرنين وبعد ذلك بعدة قرون. سيستخدم اليونانيون ذلك الطراز من الموتيفات في صيغة العمود الأيوني colonne ionique.

الموتيف الهندسية (شكل ١٦٥) تظهر الترابط بين الحزونات الملفوفة C وS. وتتكون حافة الإطار من مستطيلات صغيرة، تتنوع فيها ألوان الأزرق، والأخضر، والأصفر تبادليا، بينهما عودان سوداويان: والملفوفات الصفراء بمراكزها الزرقاء، وبذا أوحى الفنان بحركة تلك الملفوفات في بهاء. والحليات الوردية لها ألوانها أيضا: المركز الأصفر، ودوائر حمراء، وزرقاء، وخضراء، أما حليات الجمل Scarabées، فهي مثل الحليات الوردية، تزين القطاعات: وهي سوداء مع أجنحة خضراء على أرضية زرقاء.



شكل ١٦٦: زخرفة قصر آشور بانيبال Assurbanipal

عتبة قصر آشور بانيبال. متحف اللوفر.

الإطار عبارة عن شجيرات نخيل مع أزهار اللوتس.

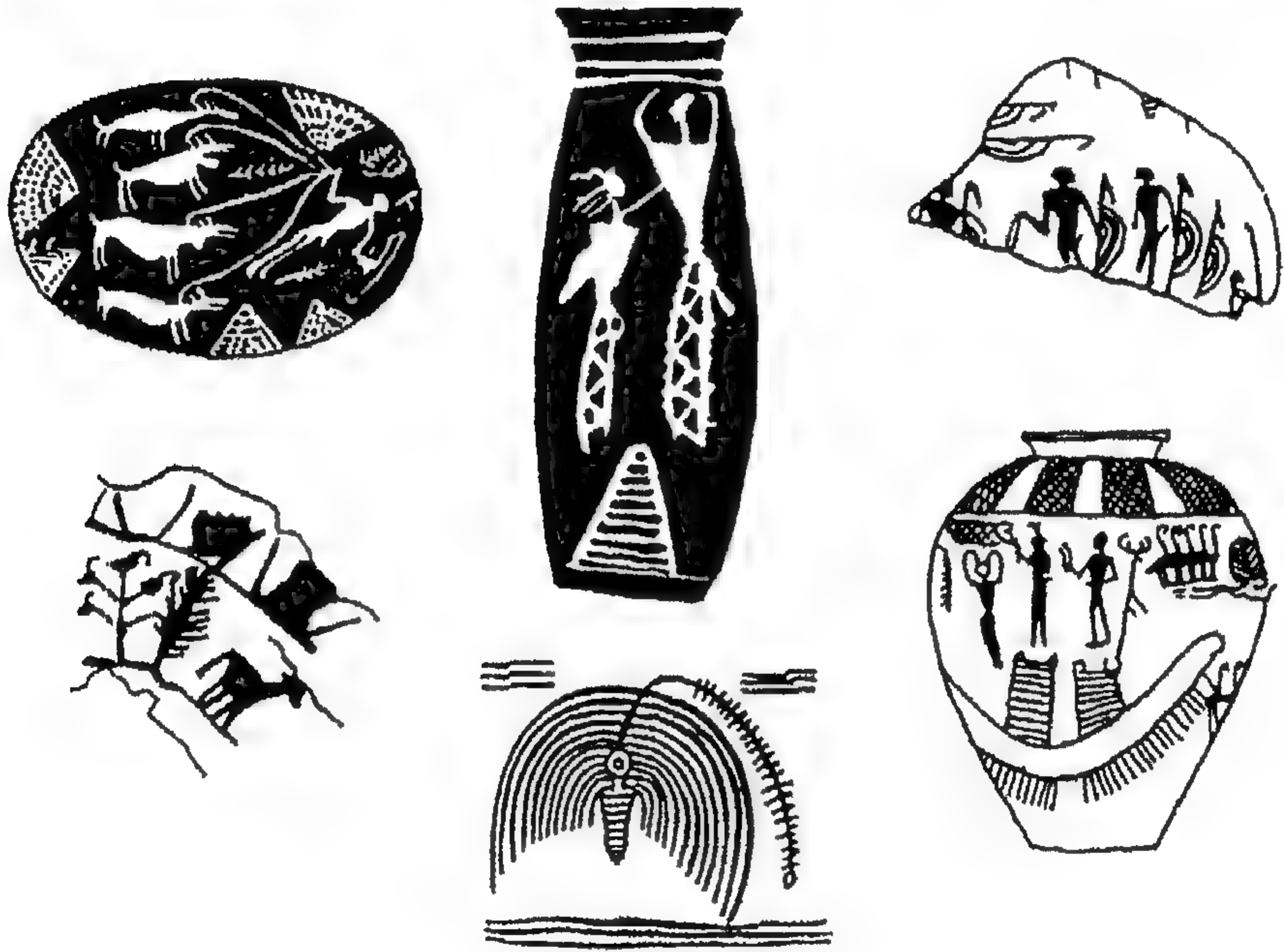
وتعتبر حليات الزخرفة الداخلية الآشورية هي أكثر أنواع الزخرفة المأخوذة من الفن المصري: وتظهر هنا، في عتبة قصر الملك آشور بانيبال Assurbanapal أو آشور بانيبال Assurbanipal، ملك آشور في الفترة من ٦٦٨ - ٦٢٦ ق.م.



وهنا توجد أحرف هيروغليفية معينة (شكل ١٦٧):

- تلال على شكل مثلث: العلامة N25 فى قائمة جاردينيه Gardinier  
Liste de (حاست h3st "بلد بها تلال" "تلال").

- كبس: العلامة "E" والتي يرجع تاريخها إلى الدولة القديمة (ب3، با،  
"كبش" "خروف" *ovis longipes porleaegyptica* وهو بحق كبش الخراف  
الأقدم فى وادى النيل بمصر). وهناك جثة كبش تم تحنيطها إبان عصر الأسرة  
الأولى (حوالى ٣٣٠٠ ق.م) وتشبه علامة مصر العليا (M26Smw) الكبش.



شكل ١٦٧: موتيفات زخرفية تزين أواني من حضارة عمرة وجرزة  
amarations et gerzee'ns أو نقادة nagadiens فى صعيد مصر (حوالى  
٤٠٠٠ عام ق.م).

- العكس e'pautre، القمح = العلامة رقم ٣٤ M (ب د ت bdt . ب ت ي bty) "العكس e'peature".

- القارب المقدس ذو الكابينة = العلامة p (وا l ، wi " القارب الشمس") وكان ذلك القارب قد ابتكر في مصر منذ عصور ما قبل التاريخ.

- تين فرعون (الجميز) السيكامور sycamore = العلامة، M (ن ح ت ، "جميز").

- البشروس (النحام) Flamant = العلامة G27 (د س ر sr ، d "البشروس").

٦- الموتيفات الهندسية للزخرفة في منطقة لাকা lak نجامباي nagambaye ومبوم mboum للوجون العليا Haut Logone (تشاد Tchad).

- زخرفة الأوعية الأفريقية: لقد ظهرت زخرفة الأواني، وهي أوعية نصف كرية، في جميع أنحاء أفريقيا السوداء، في تنوع لأنها من الموتيفات، ما بين نباتية وحيوانية وخاصة وعلى نحو خاص في صيغة هندسية صارمة. ولقد كان الأفريقيون في مجموعهم، يبالغون في حماسهم نحو هندسة الأواني الأفريقية.

- الأسلوب الهندسي لفن الزخرفة الأفريقي: الشكل التقليدي للآنية هو نصف الكرة عادة. وتستخدم قضيبا حديديا حدًا مائلًا كالأزميل للنقش على السطح الخارجي ذي الملمس الخشبي اللامع وله ملمس اليقطين lisse de la courge وتتحول الرسومات الهندسية ذات النقش المزخرف burin باللون الأحمر الدافئ إلى اللون أسود غامق وتتوزع الموتيفات الهندسية على سطح الكرة ومجال الزخرفة في لاک lakal، في منطقة نجامباي ومبوم Ngambaye et mboum في لوجون logone العليا بدولة تشاد techad لهو مجال مدهش حقًا، فالموتيفات هناك تخضع لقواعد من العادات والتقاليد.

وربما يصادف المرء تماثلاً في الزخرفة في جميع أنحاء العالم إلا أن الأواني المزخرفة على ذلك النحو الهندسى تختلف من واحدة لآخرى، فالجهد المبذول في التركيز والتجريد هو جهد حقيقى يبذله الفنان - المهندس والرسومات التخطيطية كل أنواع الأشكال التى تخضع لنظام دقيق.

والانطباع الذى تتركه المجموعه يبدو كما لو كان حركة انتقال للأشكال *deplacemement des figired* وبذا كان لدى الفنان هندسة لا يقوم على أساس الخط المستقيم والمسافة فقط بل على عملية الانتقال تلك، فالأشكال تتحول فيما بينها بينما تبقى هى نفسها فى نطاق التطابق والترابط الشكلى *Solidonite formelle* أن الطاقة الهندسية الكامنة لفن الزخرفة فى تشاد (وفى باقى أنحاء أفريقيا السوداء كلها) ليشكل هندسة خاصة فى عالم الإدراك والمحسوسات.



شكل ١٦٨: أوان وموتيفات هندسية

(لوجون العليا، تشاد)

ولقد قام دينيس بيير دى بيدرال Denis Pierre de Pedrals بجمع ودراسة الأواني الهندسية الموجودة فى منطقة لوجون العليا وكتب يقول "لم يكن الأمر متعلقاً بوضع تصميمات أو تجهيزات فنية بل بنوع من الاستمتاع والهيمنة

والرهينة التامة ولم يكن هناك أمامى سوى تحديد وضع تلك الأعمال وتعريفها بقدر  
الإمكان من منطلق عناصر سيكولوجية وثقافية تعتبر ضرورية لمصدرها (د ب  
دى بيدرال: الأطباء والأواني halilopes calibasses باريس Durel editeur  
١٩٤٨، ص ١٤ محقق بمعرفة).

وعلى هذا فالنص التالى قد اقتبسناه من مؤلف دى بيدرال وهو أول عمل  
عرض الفن الزخرفى والهندسى لشعوب منطقة لوجون العليا.

وتلك الموضوعات الهندسية ليست منتجات ثانوية مدموغة بعلامة التشغيل  
المتوالى (أو إنتاج بالجملة) أو مجرد أنتحال من صيغة مكرسة للموضوعة السائدة بل  
هى أعمال فنية تحمل طابع العاطفة الإبداعية الأصيلة.

ازدهار الأساليب الفنية لهندسة الأواني التشادية:

الآنية أو الشكل AI: خط يمر بمنصف نصف الكرة من حافة لأخرى  
وهناك خطوط متوازية مرسومة على كل جانب وفيما بين تلك الخطوط هناك  
خطوط أخرى متموجة هذه المرة ومن ثم تتأكد الحركة اللولبية والحزون Spirale  
من نقطة.

الآنية أو الشكل A2: خطوط تتجمع معا كى تكون أشكالا عرضية حيث  
يحتوى بعضها على مضلع.

الآنية أو الشكل A3: التغيير هنا عبارة عن دوائر متحدة المحاور على  
استقامة مع الحافة الخارجية وهى فى تماس مع بعضها البعض.

الآنية أو الشكل A4: تتخذ الدوائر متحدة المركز وضع المضلعات.  
ويحتوى المضلع المركزى على مستطيل منحنٍ.

الآنية أو الشكل A5: ثلاث دوائر تحتوى داخلها ثلاثة مثلثات وهى مثلثات  
مرسومة داخل الدوائر (٣×٣×٣).

الآنية أو الشكل A6: الدائرة هي الموتيفة المركزية وتتخطى أفرع الصليب محيط الدائرة وتقسّم المجال الدائري إلى أربعة أقسام متساوية، يحتوى كل منها على تكبير لموتيفات ثانوية تظهر في الدائرة المركزية.

الآنية أو الشكل A7: تغطي الدائرة المركزية نقطة التقاطع للأفرع الأربعة لصليب متطابق مع الآنية A6، ويحمل داخله مجموعة مربعات متناسقة un damier. وتشتري الدوائر القطرية Later الموتيفة الهندسية عند تقاطعها مع دوائر خامسة متحدة المحور مع المركز.

الآنية أو الشكل A8: دائرة مركزية يتفرع منها ستة أفرع.

الآنية أو الشكل A9: خطان متوازيان يقطعان خطوطا قوسية لتعطي شكلا يحتوى على تسعة أجزاء تارة تتخذ هيئة مثلثات، وتارة أكاليل دائرية.

الآنية أو الشكل A10: تكبير ضخم للموتيفات.

الآنية أو الشكل A11: تبتعد الآنية هنا عن التماثل.

الآنية أو الشكل A12: عبارة عن تعبير فيه ديناميكية وحالة نفسية للخط.

(باول كلى pawl klee)(\*)

ازدهار الأساليب الفنية للأوانى التشادية (الأشكال ١٦٩، ١٧٠) عن د. ب. دى بيدرال (مرجع سبق ذلك ص ١٠٢؛ ١٠٣).

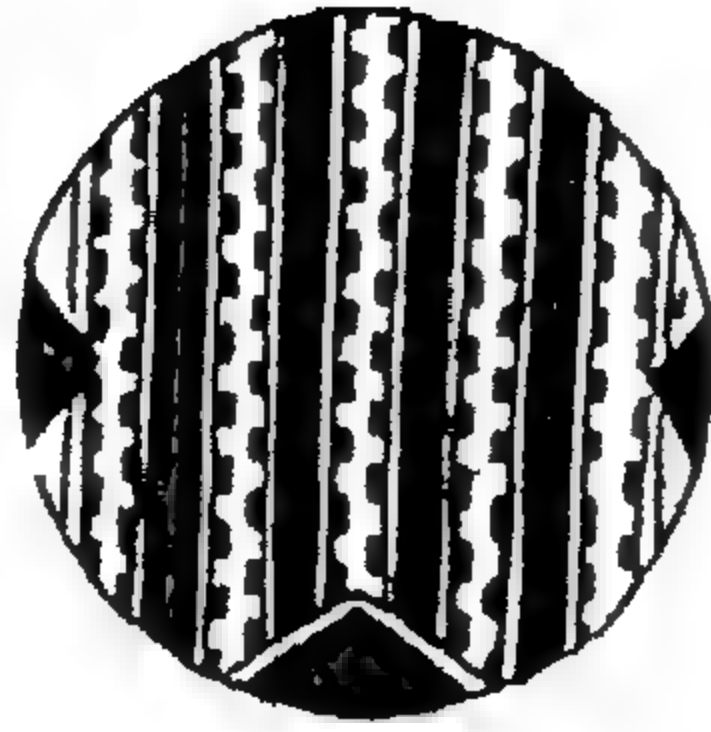
---

(\*) باول كلى paul klee (١٨٧٩ - ١٩٤٠) مصدر من أصل سويسرى، من رواد الفن الحديث كفنّان تعبيرى تجرىدى متعدد المواهب.

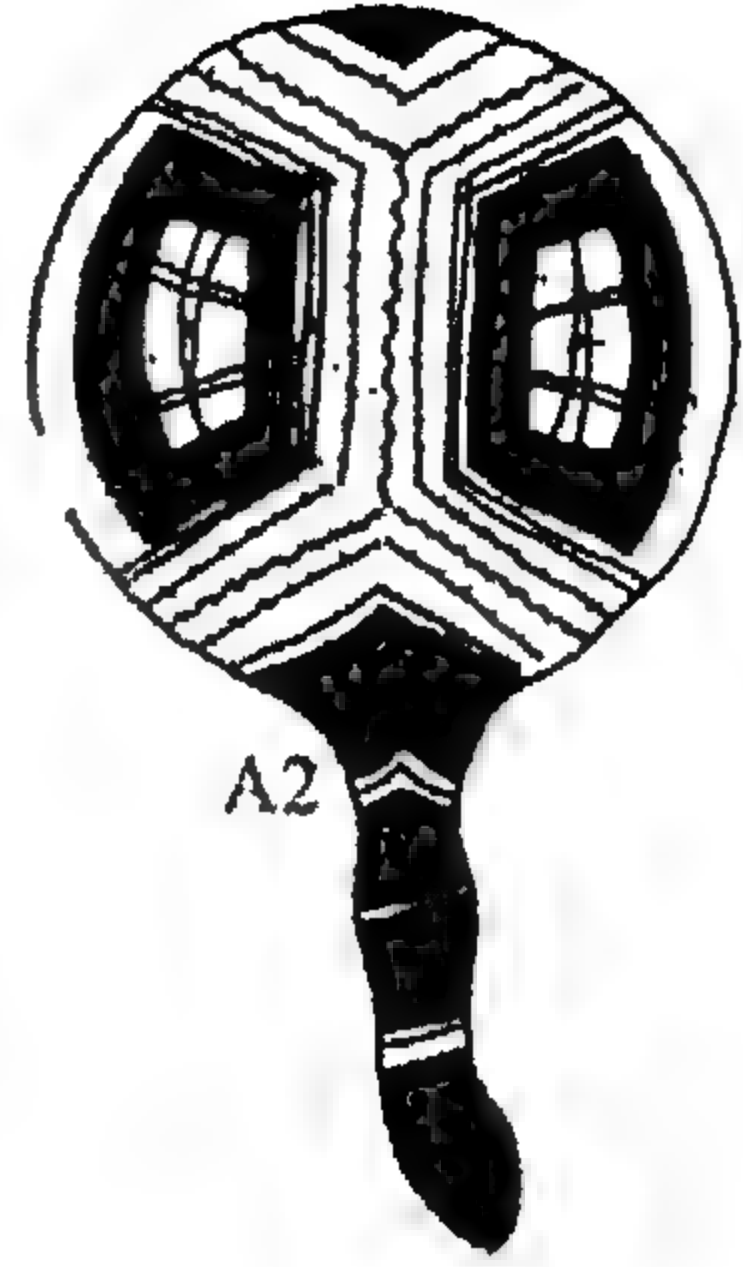




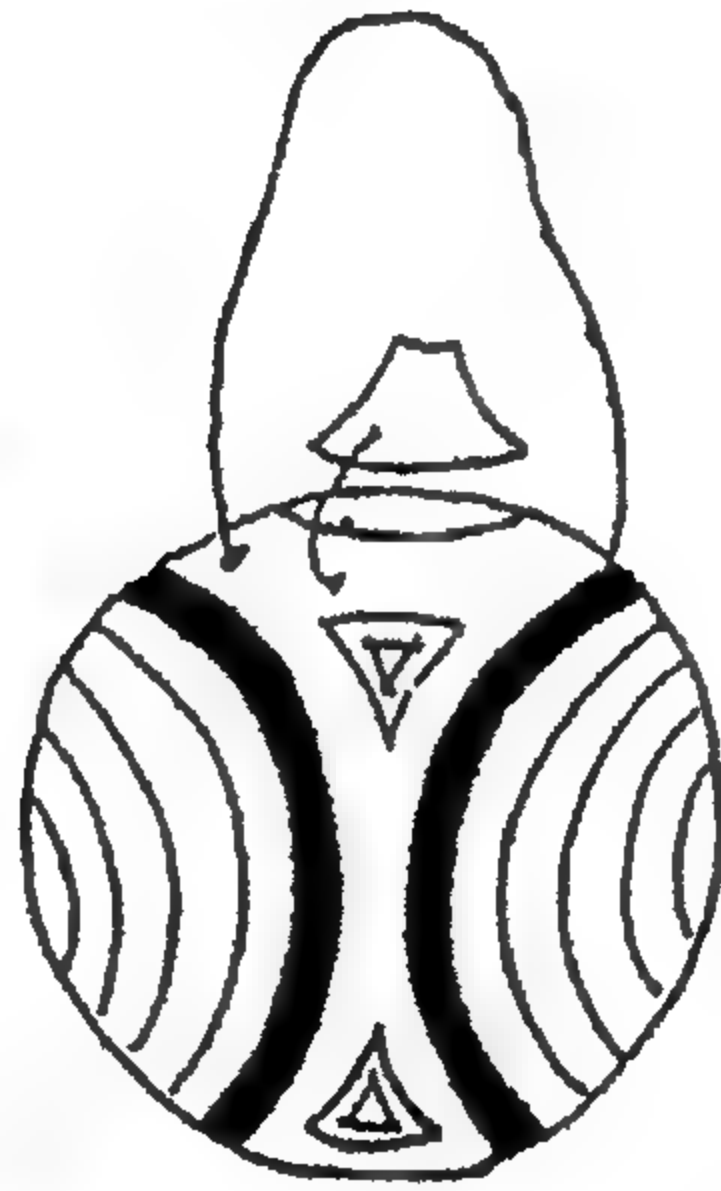
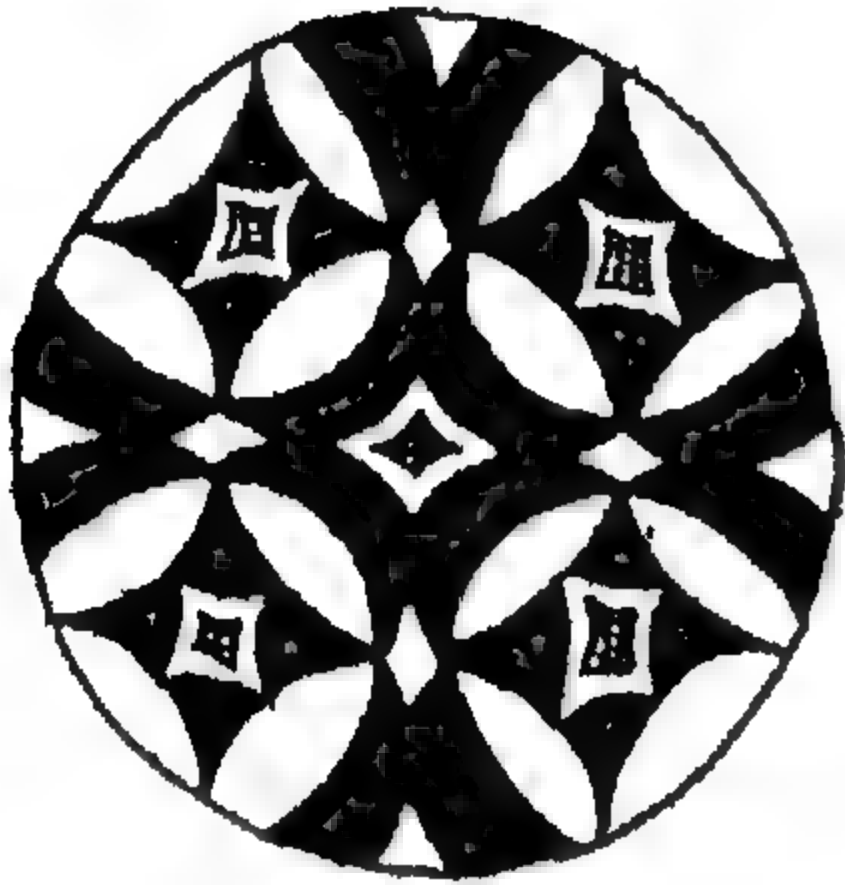
A1



A1



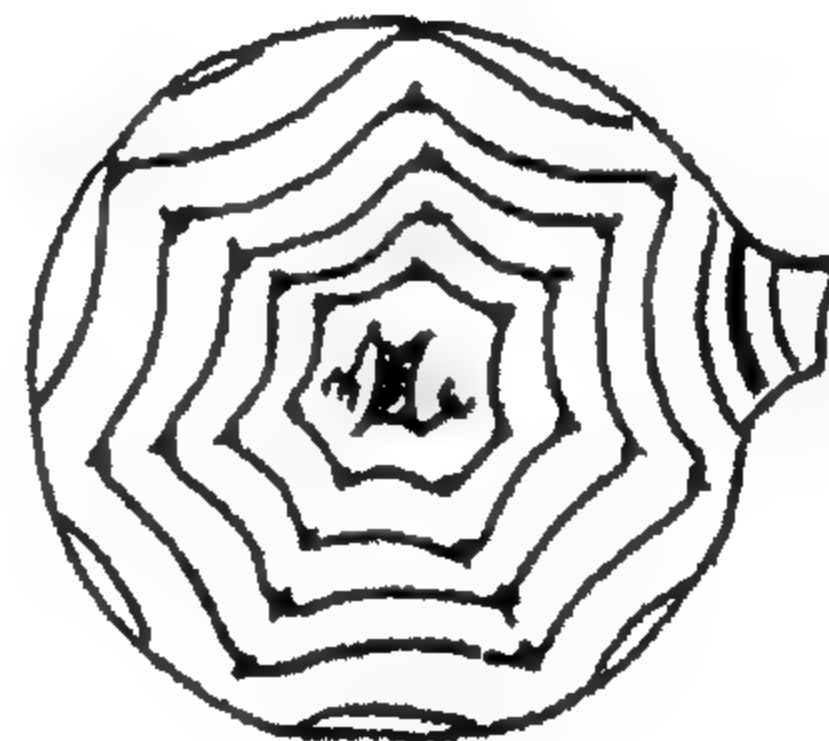
A2



A3

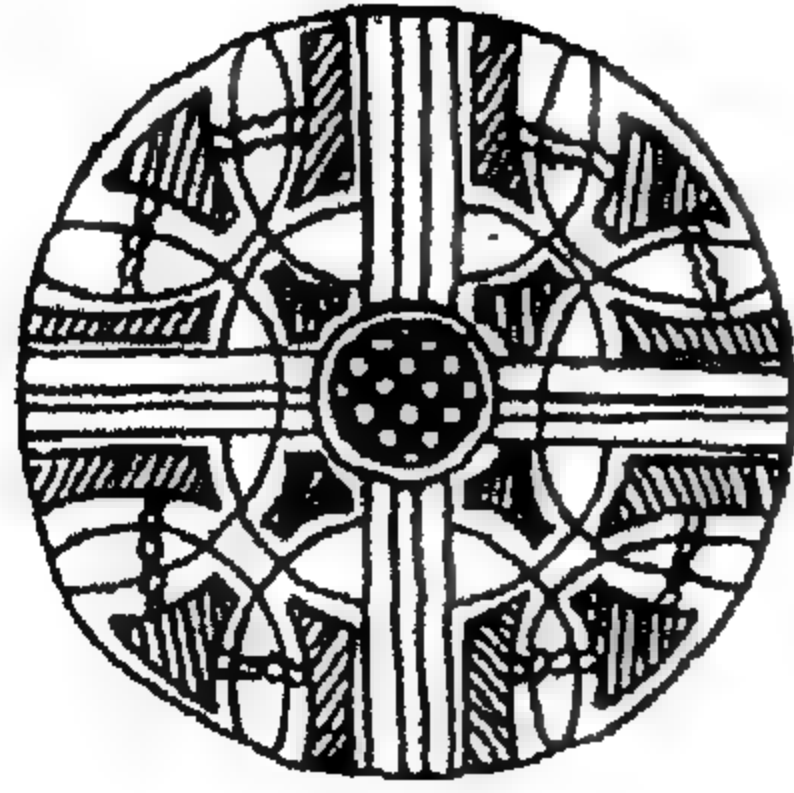


A5

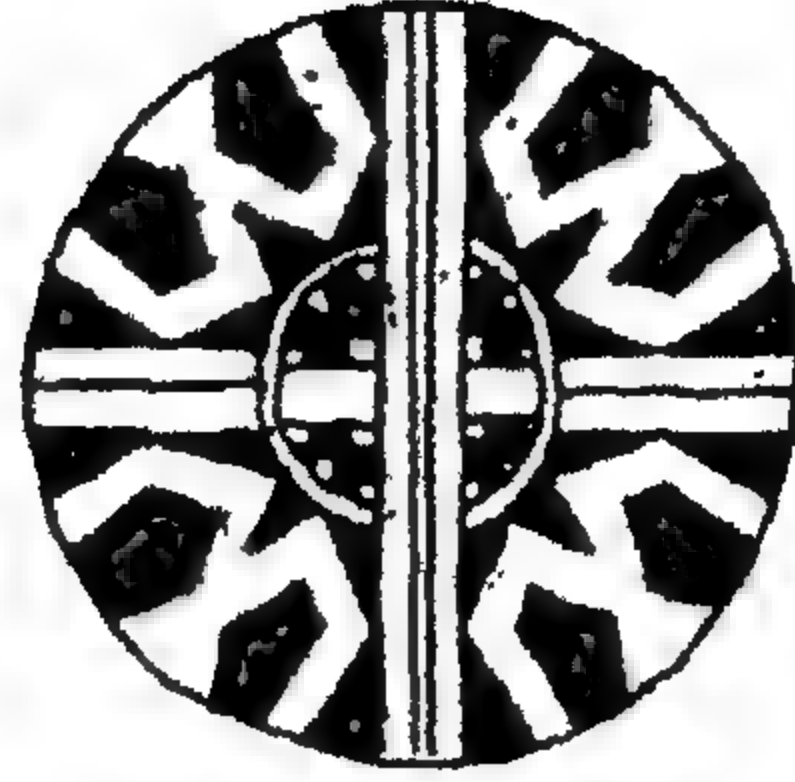


A4

شكل ١٦٩: الأساليب الفنية الهندسية لأواني تشاد.



A7



A6



A8



A12



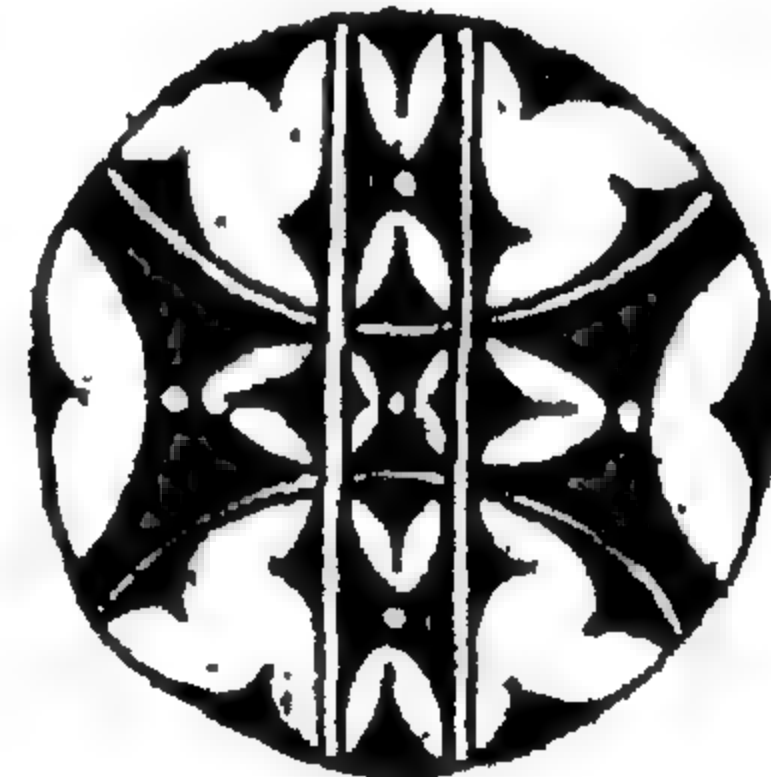
A8



A10



A11



A9

شكل ١٧٠: الأساليب الفنية الهندسية لأواني تشاد.

والملاحظ أن أسماء الأواني التشادية (د. ب. بيدرال، مرجع سبق ذكره ص ١٠٦-١٠٧) متنوعة بدرجة كبيرة وعلى درجة من التعقيد، وهذا شيء بديهي. ولأواني أسماء تناظر التنوع في الرسومات الهندسية التي تحملها.

الآنية أو الشكل B1: الرسم على شكل جناحي الخفاش.

الآنية أو الشكل B2: تلك هي الآنية فالابول Falapol التي تحمل رسما يصور حراشف ظهر السلحفاة ecaille.

الآنية أو الشكل B3: تلك هي الآنية بورندوى Porundoui التي تحمل رسما يمثل أذن الفأر L'epervir.

الآنية أو الشكل B4: اسم تلك الآنية تونجرنية porundoui وتحمل رسما يمثل ذيل السمكة.

الآنية أو الشكل B5: الموتيفة الهندسية مكونة من دوائر متحدة المحاور والمساحة كلها مرصعة بدوائر النقد الصدفي Cauris وتلك هي الآنية الدولادجي Douladje والتي كانت تستخدم لوضع النقود.

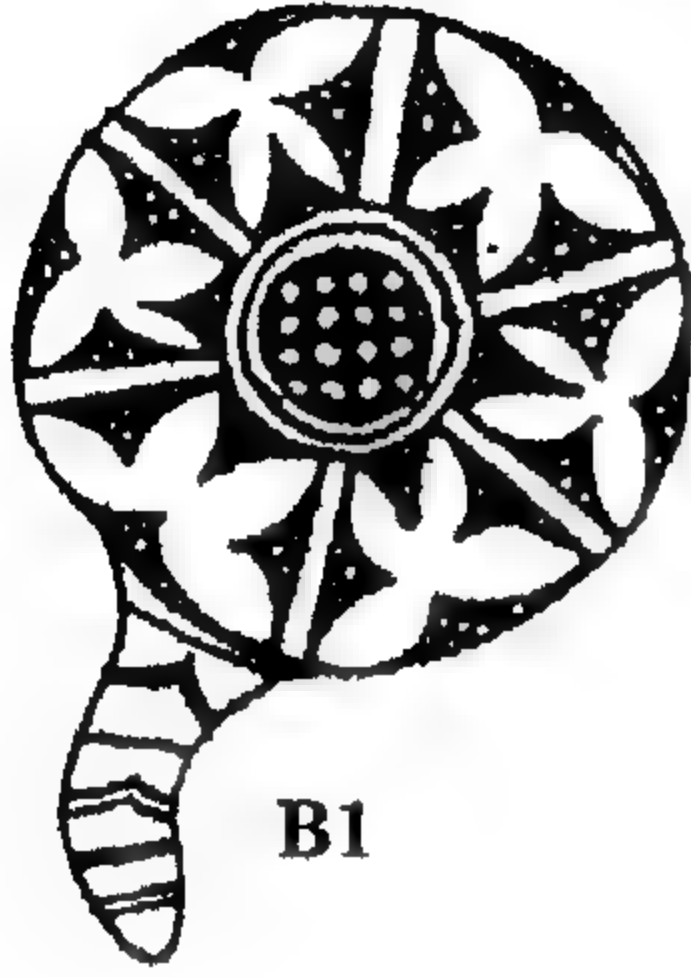
الآنية أو الشكل B6: تسمى ديجوى Digoueye، وتلك الآنية كانت تستخدم لجمع الفاصوليا وهي بيضاوية بانحناء.

الآنية أو الشكل B7: تحمل رسما فيما مقسمة (مقسمة من وسطها بخطوط رأسية مستقيمة) وتسمى دولانج Dolang ويعنى ذلك "فأ صغير".

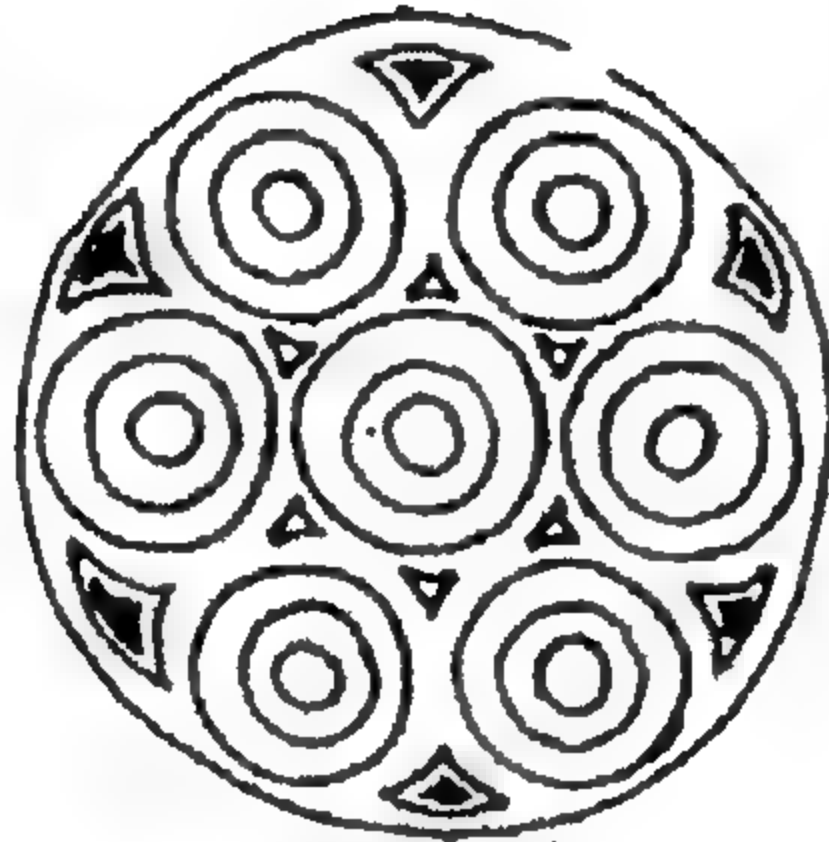
الآنية أو الشكل B8: تلك هي الآنية كامورو Kamourou وكانت تستخدم لتقديم الجاتوه.

الآنية أو الشكل B9: اسم تلك الآنية أنجويه Ingoue. وكان الأهالي يحفظون فيها مادة الكاولين Kaolin. وتلك الثرية الحمراء كانت مستخدمة لطلاء أجزاء معينة من الفخاريات، ومصنوعات من الخشب، وقضبان المرافق، وجدران البيوت.

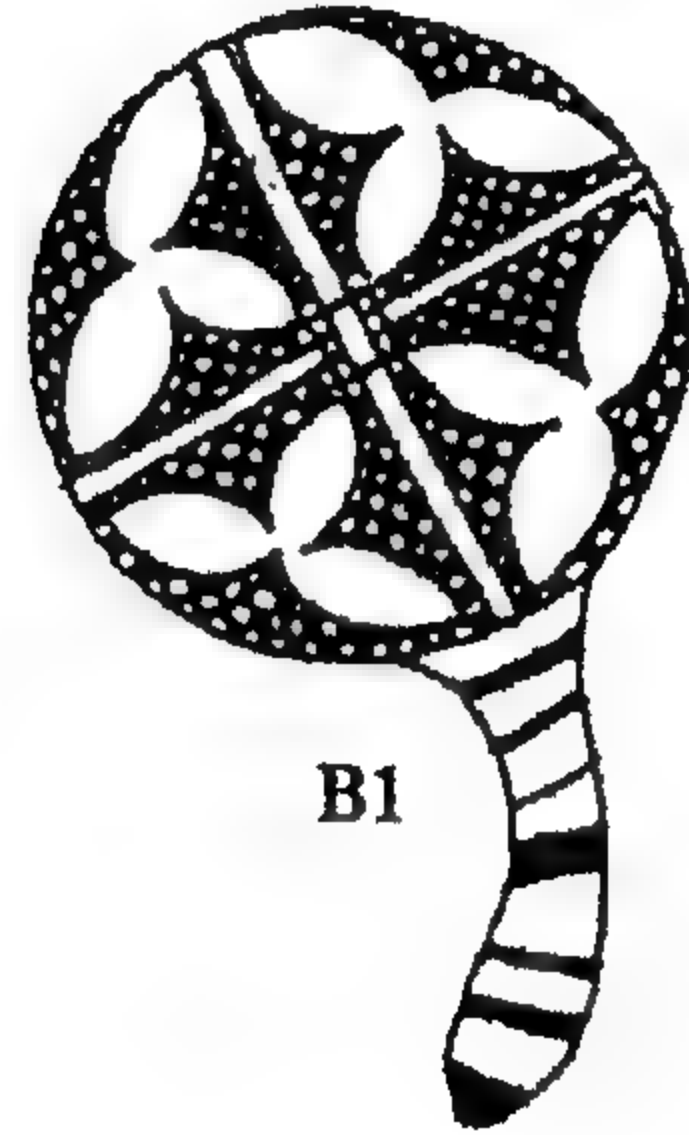
الآنية أو الشكل B10: تحمل تلك الآنية اسم جـوال دنـجو دـمال  
 Gual dingū da mal أى لا تقول النساء إن الرجال لا يتبعون الاستقامة. وكان  
 الأهالي يصفون فيها البيرة والعسل.



B1



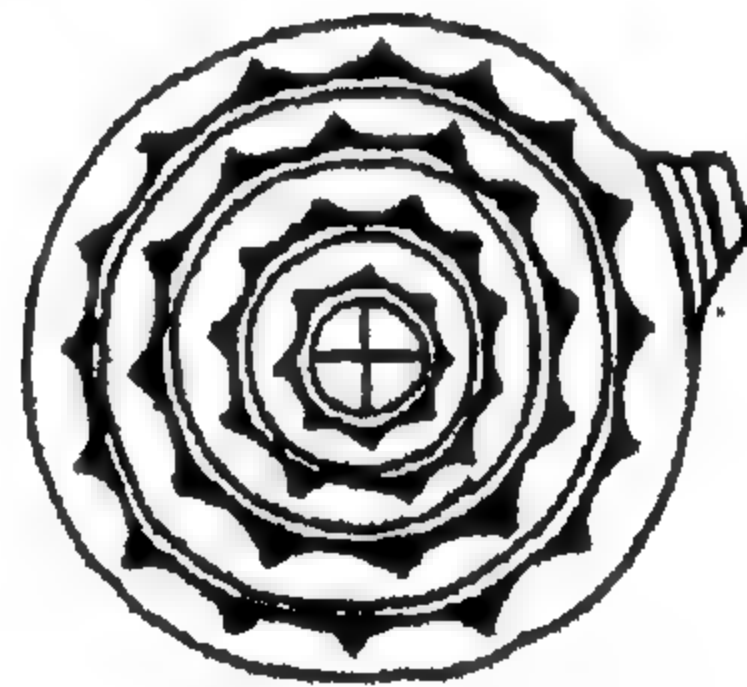
فالابول B2



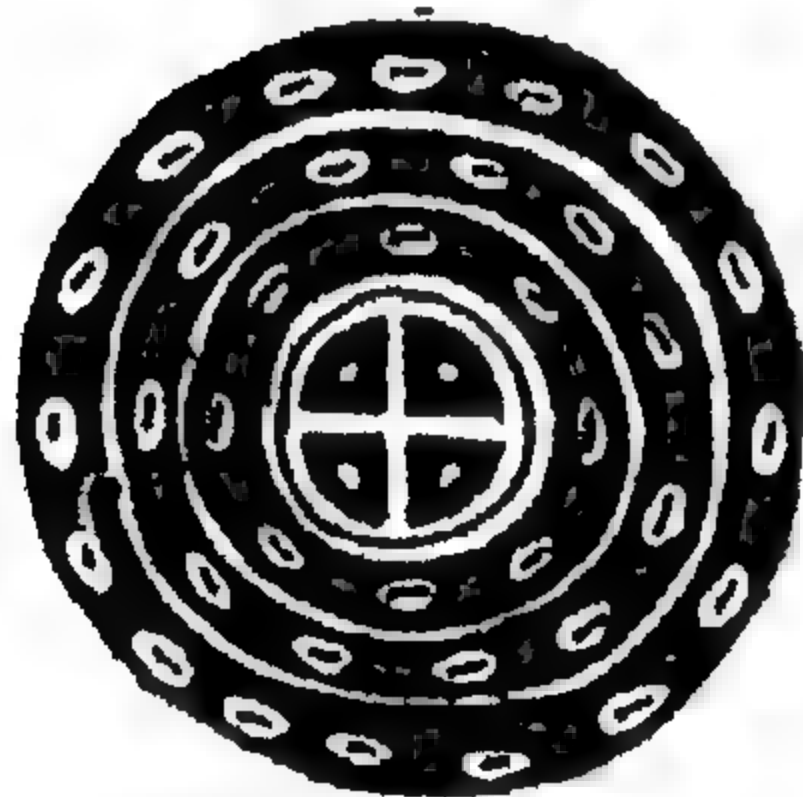
B1



بورندوى B3



تونجرنيه B4

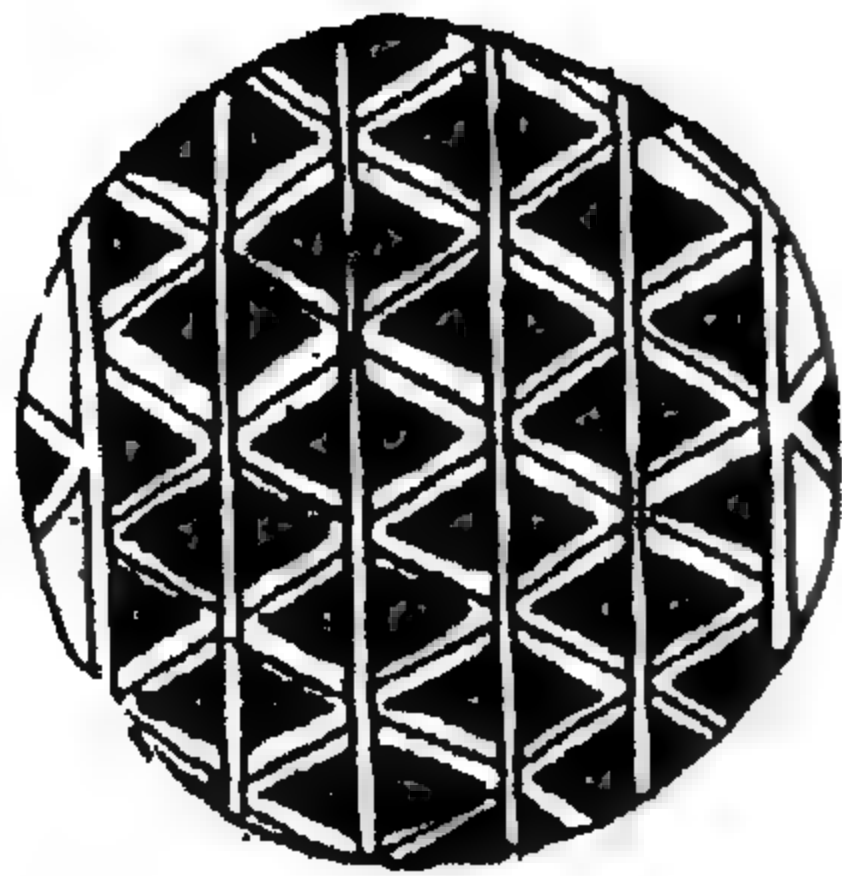


الدولادجى B5



ديجوى B6

شكل ١٧١: أسماء الأواني التشادية.



دولانج B7



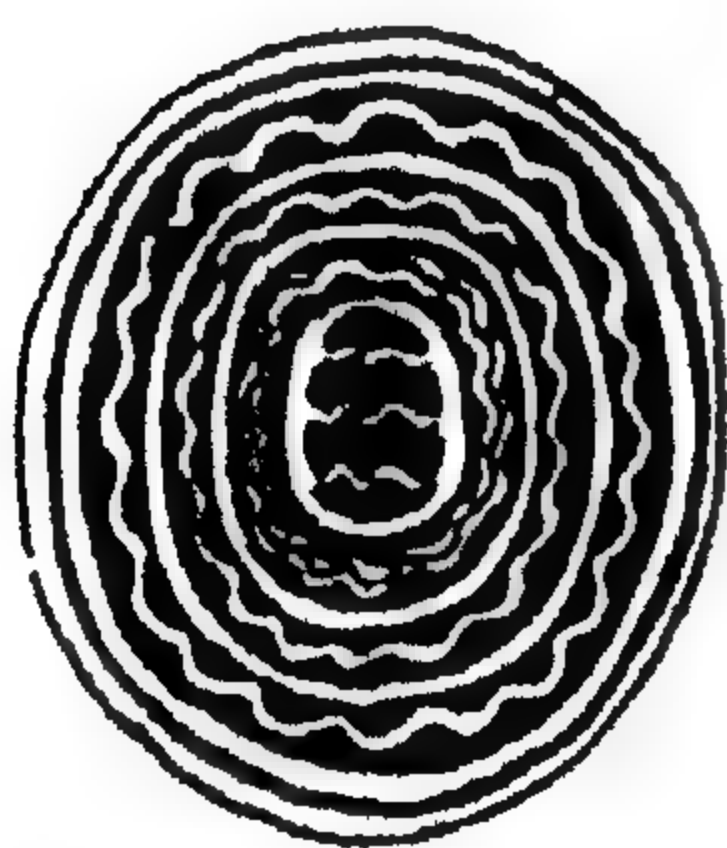
كامورو B8



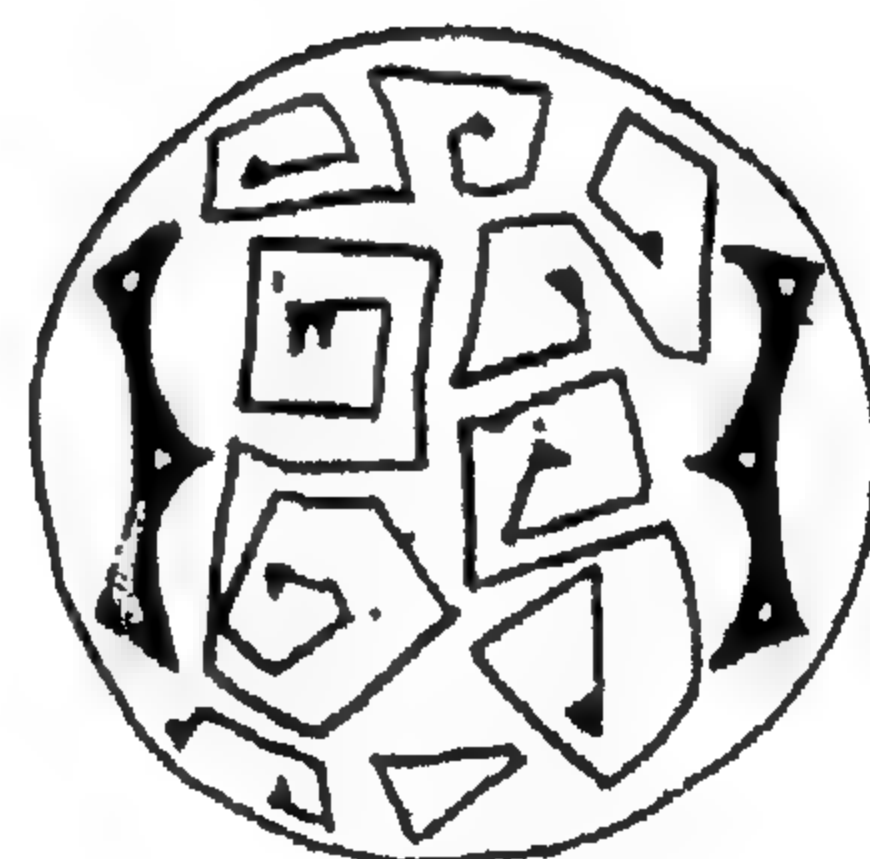
B8



B8



جوال دجنو مال B10



انجويه B9

شكل ١٧٢: أسماء الأواني التشادية.



٦- المفردات اللغوية التزيينية والموتيفات الهندسية للأواني والخزفيات فى النيجر.

يتفوق الساحل النيجيرى على نحو خاص فى فن زخرفة الأواني والخزفيات والموتيفات الهندسية، ثراء وتنوع هائل. ومن الممكن أن يميز المرء مسطحات زخرفية، أو مدارس زخرفية معينة فى النيجر، مما يفترض معه وجود تقاليد أسلوبية وهندسية تصاحب الأساليب الفنية المميزة لتلك المنطقة.

ويسود من مدرسة أدير Ladetr أسلوب الإفريزات ذات المربعات المتناسقة المائلة، أما أسلوب الزخرفة بالتبييض Blanchi فينتمى لمدرسة كوني Konni. بينما تبدى مدرسة دامارجو - داجناجارام Dagnagaram - amargou ثراء كبيراً فى التكوين.

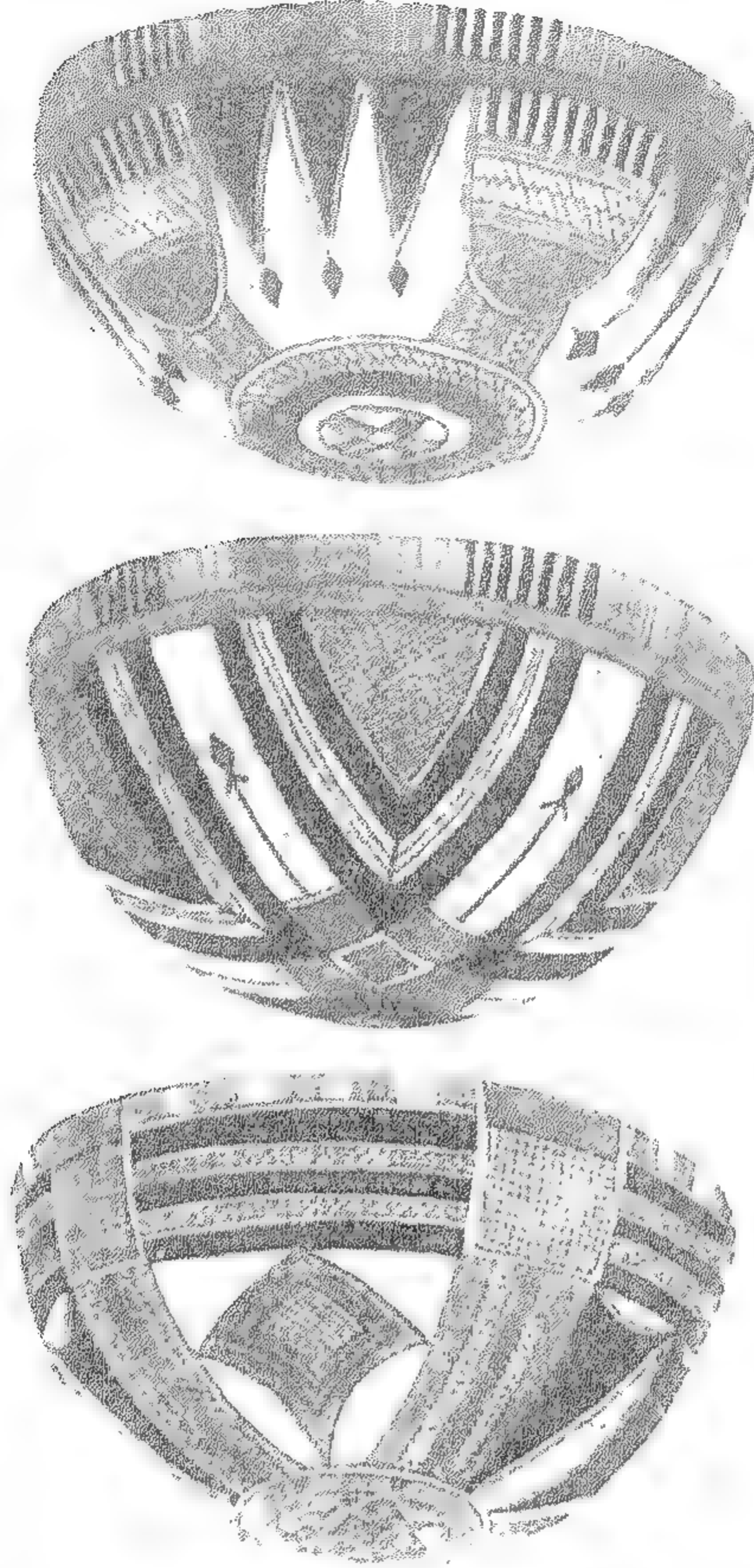
وقد ترك إيفيز يورفوى Yves Urvoy مذكرات فى غاية الدقة حول ذلك السؤال: ي يورفوى Y.Urvoy، الفن فى منطقة النيجر I.F.A.N. dans le territoire du Nigerart. مركز النيجر، ١٩٥٥، ص. ٧٧، شكل ٦٨. وكان ذلك المؤلف قد درس المفردات اللغوية الزخرفية: فن البناء بطين الأرض L'architecture en terre، الخشب المزخرف بالسلقون الأحمر Fer rouge (أكسيد الحديد)، الأواني، الخزف، السلال La vannerie، فنون النسيج، (النسيج والتطريز)، الجلد، الأسلحة والمجوهرات.

وقد اتسعت مجالات هندسة المحسوسات لتشمل كل المصنوعات التى ينتجها البشر. وهو ما كان يشير إلى حس هندسى فى انطلاقة شديدة نحو البحث فى الجمال، تلقى فيها الموتيفات الهندسية للزخرفة بتأثيراتها الجمالية الخالصة. إن المجال الهندسى المهول للفن الزنجرى (عمارة، نحت، أو انى، خزفيات، جلد، سلال، منسوجات.. إلخ) لم يتم استقصاؤه على نحو كاف بعد سواء على مستوى دراساته أو تذوقه، وبذا تكون الهندسة بمعناها المحدد (خطوط مستقيمة، النسق المنهجى، المنحنيات، أشكالاً من مختلف الأنواع) قد أدت إلى ظهور هذا الفن الزنجرى الذى سيؤثر فى صيغ التكعيبية Cubisme<sup>(\*)</sup>.

---

(\*) من المعروف أن بيكاسو فى لوحته الشهيرة أنسات أفينيون les demoiselle d'Avignon كان متأثراً تماماً بالفن الزنجرى. وتعتبر اللوحة مولد المذهب التكعيبى فى الفن - المترجم.

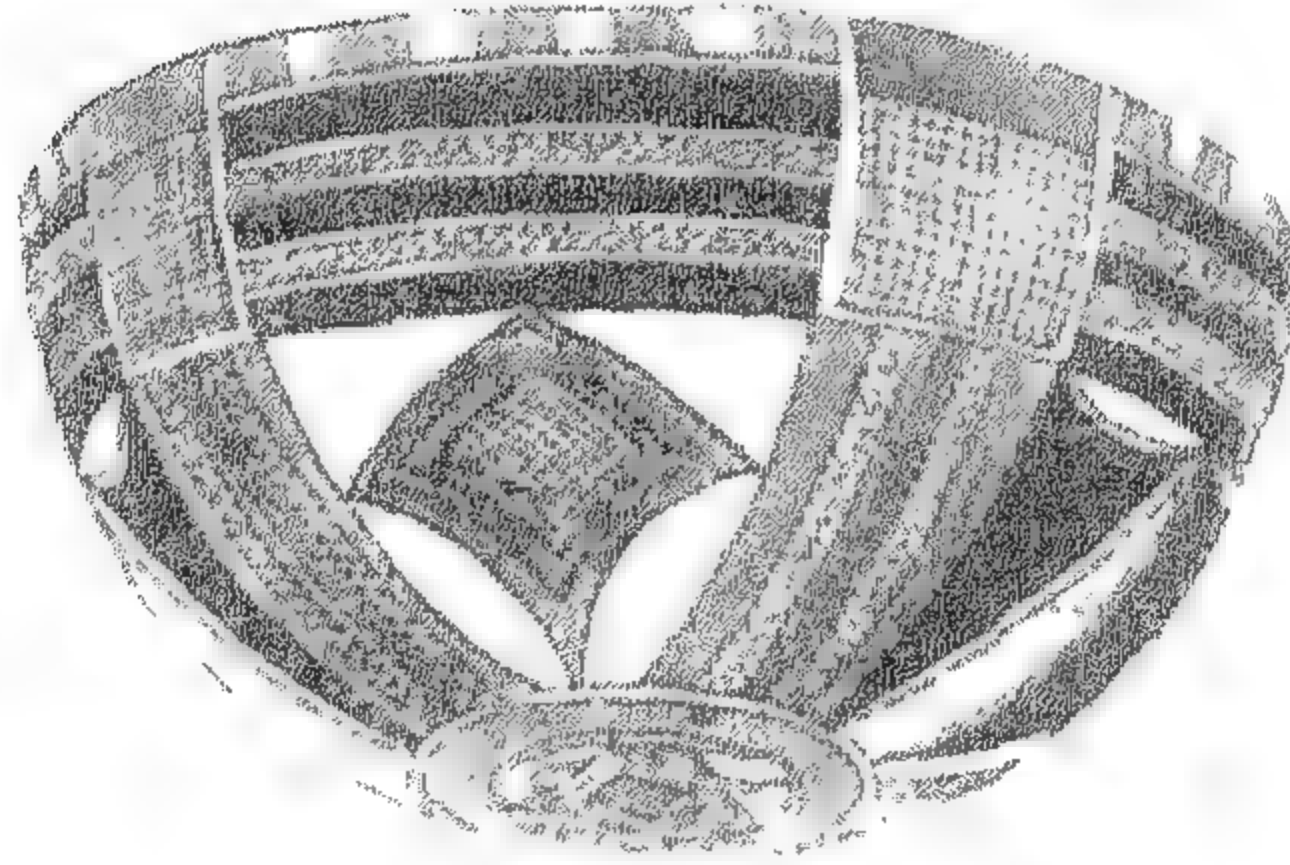
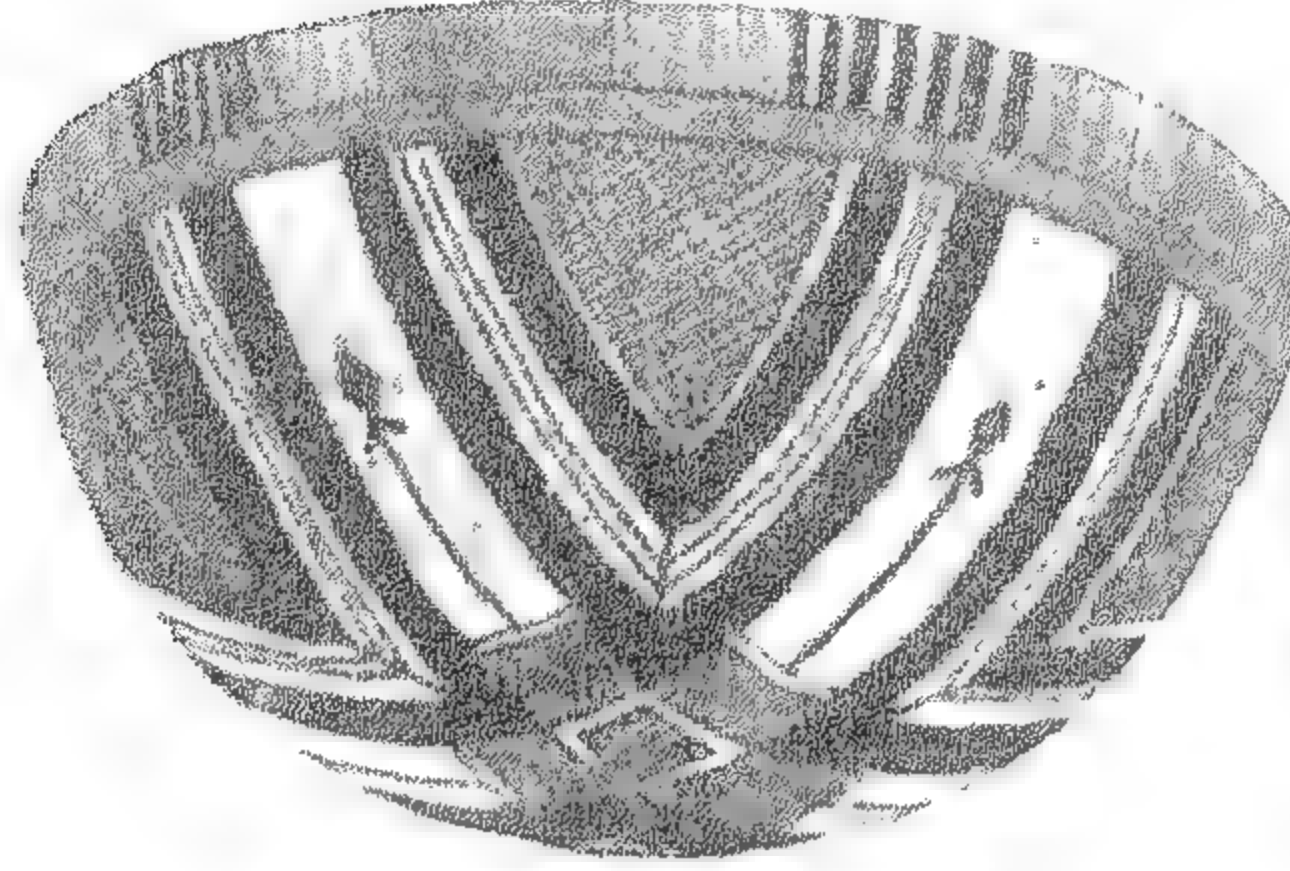
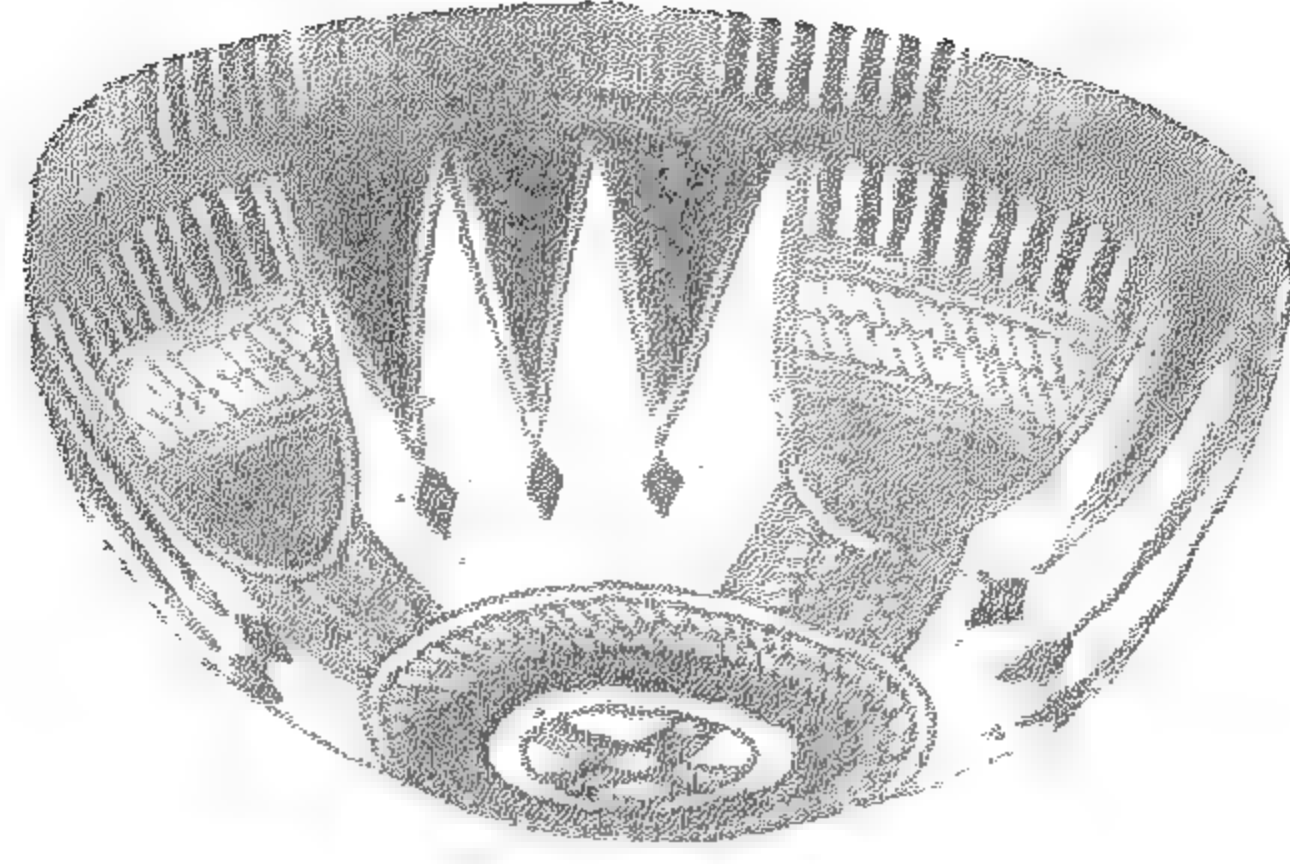
وهكذا كان الفن الزنجي فن أفكار: إنه فن ينظر إلى الطبيعة نظرة هندسية  
(فن هندسة الطبيعة geometrisation de la nature).



شكل ١٧٣ أوان محفورة من النيجر: مدرسة كوني Konni.

يلاحظ أن نصف الآنية محفور ومطلّى، أما النصف الآخر فمتروك أملس.  
وهذا الأسلوب الفني هو أسلوب الزخرفة المتبع في بلانشي blanchi.

المصدر: ويورفوي Y.Urvoy، الفن في منطقة النيجر  
Lart I.F.A.N.C dans le territoire du Niger مركز النيجر، ١٩٥٥، ص  
٤٦. مجموعة الدراسات النيجرية II Etudes Nigeriennes.



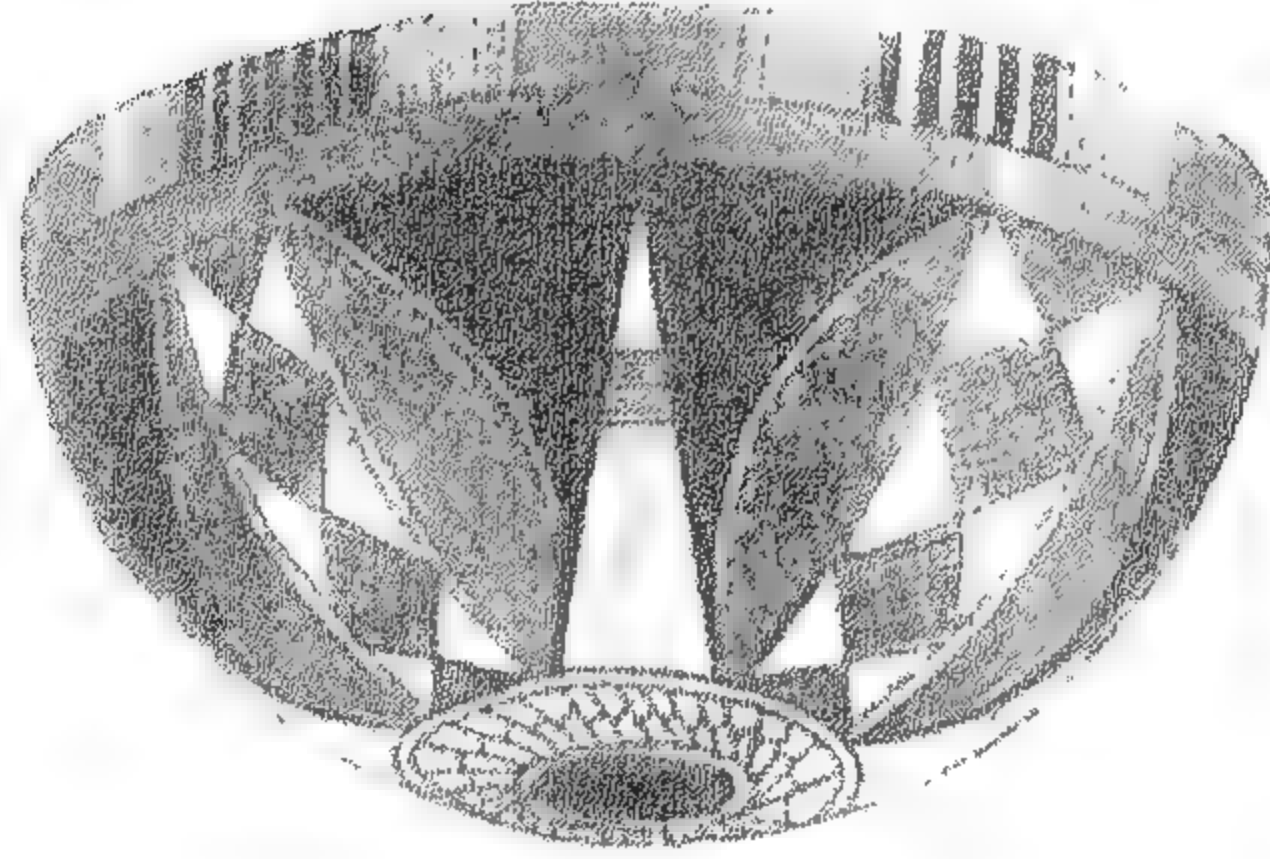
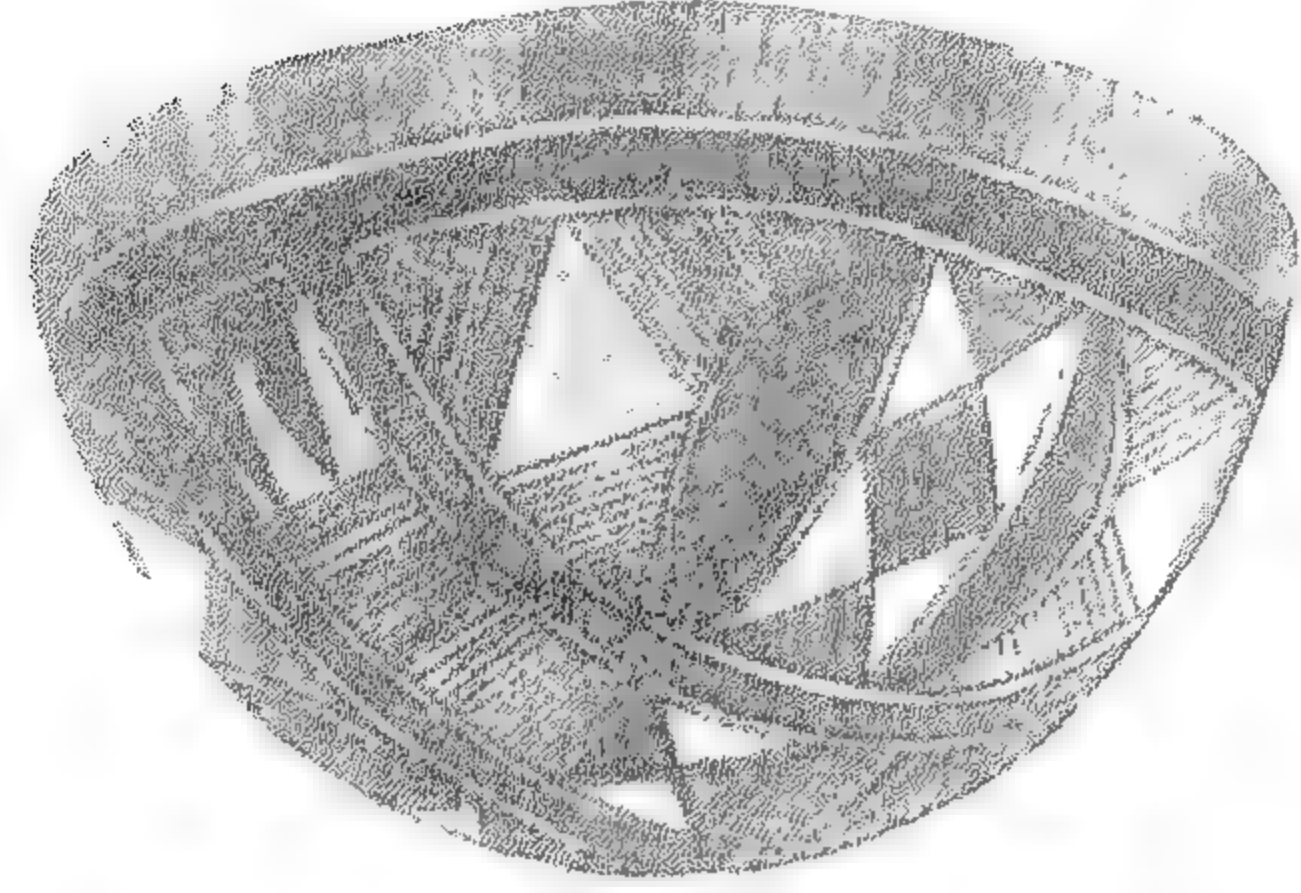
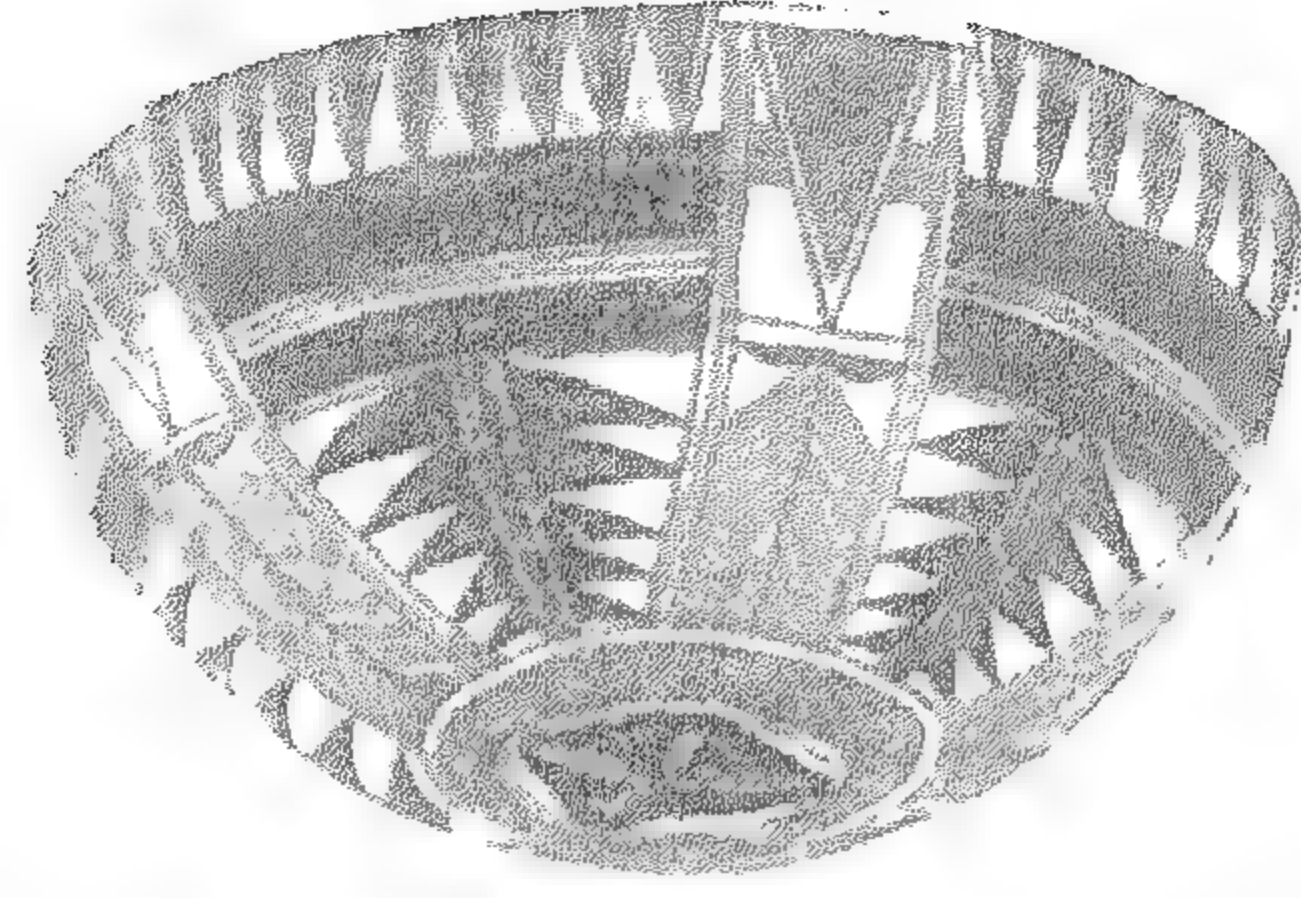
شكل ١٧٤: أوان محفورة من النيجر.

مدرسة داميرجور - داجناجارم - Damergou Dagnagaram

وتتمخض علاقة الطرف بالقطب في الآنية عن محور يتم اتباعه دائما. وهو الخط المنحني عادة.

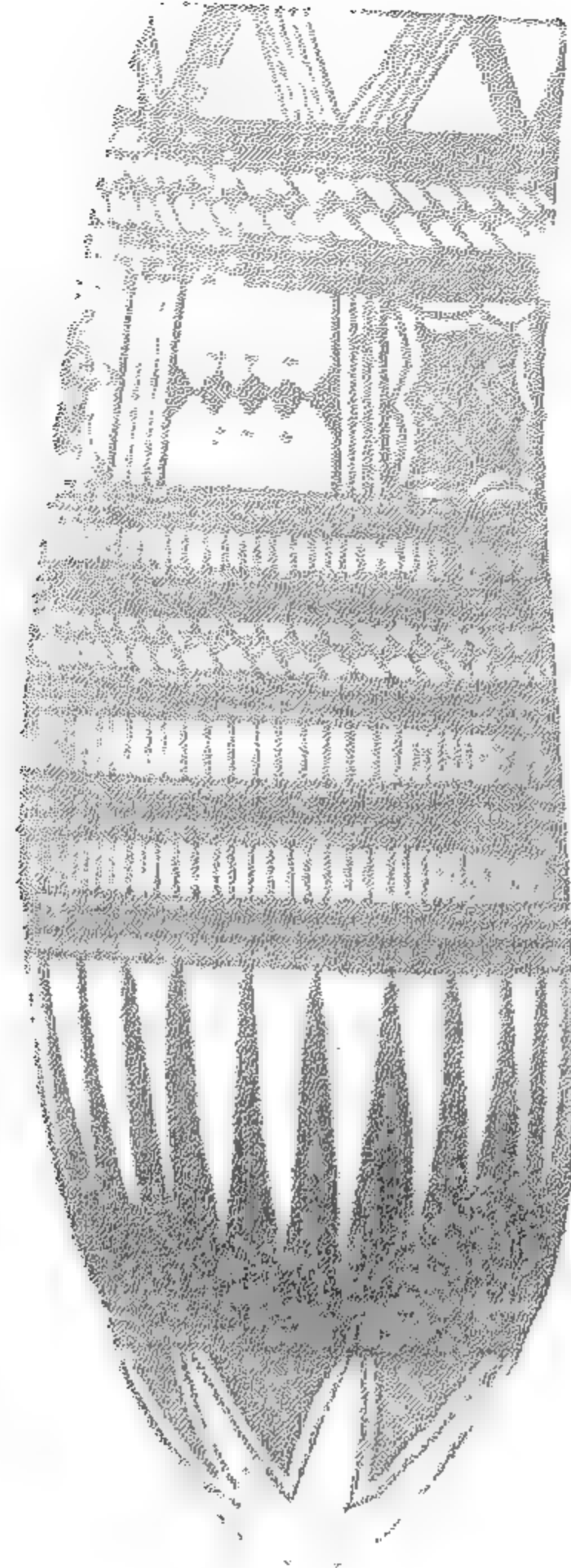
المصدر: و. يورفوى لـ Y.urvoy، مرجع سبق ذكره، ص ٤٨.





شكل ١٧٥: أوان محفورة من النيجر: مدرسة داميرجو - داجناجارام  
Damergon – dagnagram يسود الخط المنحني إنشاء الأنية، وتمتاز  
الموتيفات الهندسية بالثراء والتنوع.

المصدر: وليورفوي Y urroy مرجع سابق ذكره، ص ٩.

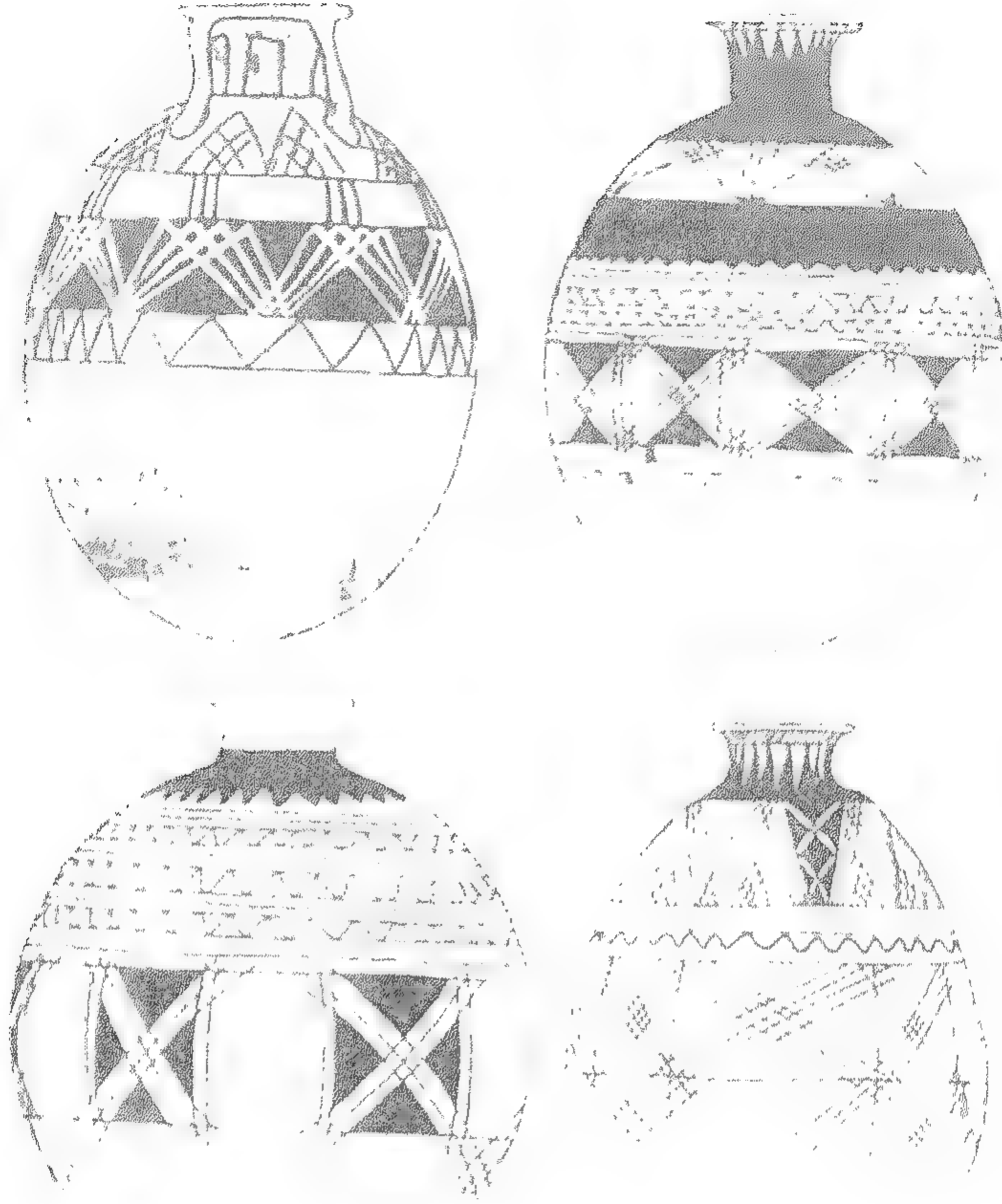


شكل ١٧٦: وعاء لحفظ الحناء.

هذا الوعاء المستخدم لحفظ الحناء 'henne' به ثراء في زخرفته، فأوراق شجيرة الحناء تستخدم كصبغة حمراء للشعر والأيدي ولكعب القدم... إلخ. ولذا فالحناء منتج جمالي. ونجد في الكتابة الهيروغليفية بأن كلمة "الجمال" هي "beaute" هي ١ ٢ ٣ ، ن ف ر و nfrw ، نبفيرو neferou. ويبدو أن تلك الكلمة مكتوبة على وعاء الحناء هذا.

المصدر: و. ليورفوى Y.urvoy مرجع سبق ذكره ص ٥١.





شكل ١٧٧: الزخرفة الهندسية للخزفيات.

مدرسة كينا de krita - النيجر، الرقبة ضيقة مع علامات أفقية ذات خطوط متعرجة zigzag وشرائط عريضة مقسمة إلى مربعات، مع تلاعب بالخطوط القطرية، المرسومة في أربعة خطوط، وتوزيعات: وكلها تترك تأثيرا هندسيا عميقا

المصدر: و. يورفوي Y. urvoy مرجع سبق ذكره ص ٥٦.

## ٨ - النظام الهندسى للفن الزخرفى فى كوبا Kuba (الكونغو).

يعتبر فن منطقة كوبا فى زائير (سانكورو . كاساي / sankuru / kasai) بلا منازع، واحدا من أجمل فنون أفريقيا السوداء وقد اكتسب شهرة عالمية والدقة والرهافة التى تصنع بها المنسوجات هى فى الواقع بلا نظير.

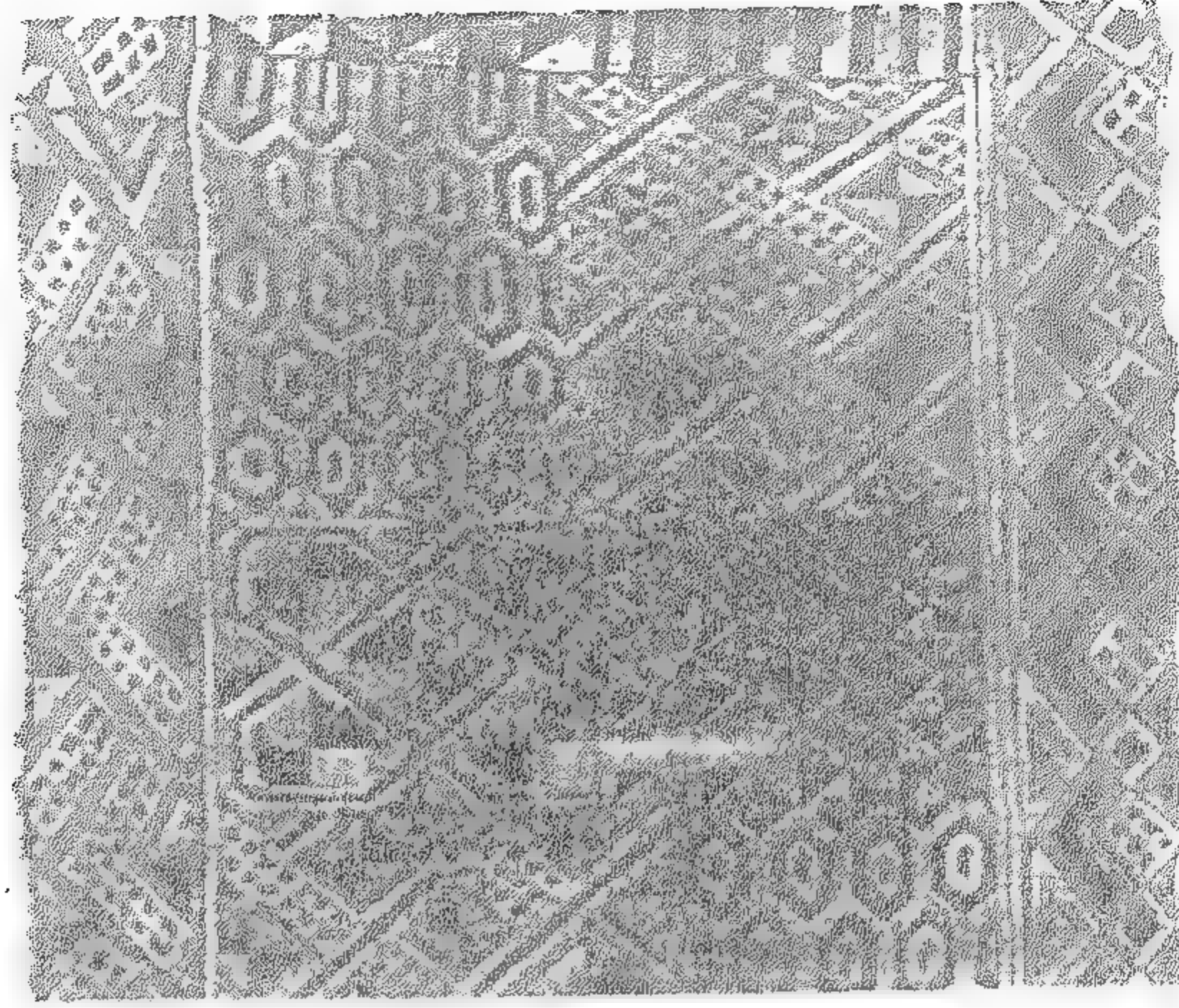
ويكشف النظام الهندسى لفن كوبا هذا (التمائيل الملكية ، الطبول والدفوف، الأنسجة القطيفة... إلخ) عن أشكال الهندسة التالية: مربعات ومستطيلات، مثلثات، متوازيات مستطيلات معينة losang مثلثات قائمة الزاوية حيث تتجاور فيها الزوايا القائمة اثنتين اثنتين ووحدات زاوية modules angles ومنحنيات ذات عقود ودوائر وأنصاف دوائر ، وتكوينات متموجة ومضلعات متحدة المراكز... إلخ.

ومن الممكن الرجوع لاثنتين من كبار المؤلفين الآتى ذكرهما:

١ - إ. توردى E. torday مذكرات إثنوجرافية حول الشعوب المسماة عموما بالباكو، وكذا العشائر الموجودة، البوشونجو Notes- ethnographiques- -sur les peuples communement appele's bakuba ainsi que' sur Le peuples des apparentees le banshongo Tervren, annals du muse du congo belgc ,1910.

تيرفوران، حوليات متحف الكونجو البلجيكي ١٩١٠.

٢ - ج كورنيه J. cornet الفن الملكى فى كوبا , art royal kuba ميلانو منشورات سبيل sipiel ١٩٨٢.



شكل ١٧٨: منسوجات كوبا (زائير) من ألياف النباتات.

وهي مطرزة على قطعة كبيرة من قماش الرافيا raphi uni (نخيل) وتسمى تلك الأنسجة "قطيفة كاساي" "Velours du Kassa" أو قطيفة كوبا بسبب رقة الألياف ويتم تصنيعها بعمليات طويلة ومعقدة.

والموتيفة الهندسية منفذة تخليدا لذكرى وتحمل كل منها اسما.

المصدر: الفنون المعروفة والفنون المجهولة لأفريقيا السوداء.

Art Connus et art meconnus de l'afrique noire.

مجموعة بول تيسمان Paul Tishman متحف الإنسان باريس ١٩٦٦،  
المعرض رقم ١١٤ وقد درس كورنية Joseph cornet الفن الكوبي بالتفصيل

J.cornet.art royal kuba ,Milan,Edizioni Sipiel 1982.

الفن الملكي الكوبي ميلانو. منشورات سبيل ١٩٨٢، ٣٤٣ ص ٣٥٣ رسم  
إيضاحي 345p 353 illuotrions.

وانظر بصفة خاصة النظام الزخرفي hesysteme decorati ص ١٥٧ -

.١٧٩



## XXXVII

### الهندسة الطبوغرافيا وفن الخرائطية ابتكارات مصرية

١- الطبوغرافيا Topographie هي فن عبارة عن تخطيط أشكال الأرض بما عليها من تفاصيل طبيعية أو صناعية وذلك في رسم هندسى ويتعلق ذلك بالرسم البيانى أى رسم هندسى بمعنى أنه موقع ما.

٢- فن الخرائطية Cartographie هو فن رسم الخرائط ومخططات الجغرافيا وهو فن يتبع منهجاً عملياً، وتوفر الخرائط الطبوغرافيا المظهر والهيئة التفصيلية للأرض لمنطقة تم تصغيرها.

أما الخرائط الجيولوجية فهي تبين طبيعة التربة وما تحتها.

٣- الخرائط المساحية عبارة عن خرائط للأماكن تستخدم لتحديد الضرائب العقارية.

٤- كان مينا Menna مسئولاً كبيراً عن المساحة في عصر الدولة الحديثة (١٥٦٧-١٠٨٥ ق.م) وتحمل مقبرة في طيبة رقم ٦٩ وكان مسئولاً عن التحكم في حدود ومساحات الأراضي ومراجعة حدود الأراضي التي يتسبب الفيضان في إزاحتها في أغلب الأوقات، وكان موظفوه وعددهم كبير يقومون بحساب الغلال ويؤدون حسابات الأعمال الحسابية.



وقد أنشأت مصر الخرائط الفلكية Cartes du ciel ويعتبر سقف مقبرة سينيموت Senmout وفي الدير البحرى خريطة دقيقة للسماء يرجع تاريخها لعام ٤٦٣ ق.م. والخريطة عبارة عن اثنتى عشرة دائرة مقسمة لمجموعتين غير متساويتين (مجموعة من ٤ ومجموعة من ٨) وهناك مثلث طويل وضيق يرمز لخط الزوال meridian حيث توجد عليه دائرة صغيرة ترتبط بمجموعة الدب الأكبر Grand ourse (صورة ثور) وكان المصريون يعرفون النجوم السبع الرئيسية لتلك الكوكبة من النجوم constellation وتحت مجموعة الدب الأكبر نجد رسما للإله هيرا كوسيفال Hera Cocephale وهو ممسك بالرمح وإذا مددنا خطا على طول ذلك الرمح مع خط الزوال فإن الخطين يتقابلان فى القطب الشمالى (انحراف ٩٠) وخط الزوال نفسه موجود على خط الاستواء (بانحراف صفر) وبالنسبة للنجم المسمى بالدب الأكبر ursae majoris فهو يحتل مكانه بدقة (عند ٢؛ ٦٨) وهو الانحراف الذى كان معروف فى عصر سينموت (٤٦٣ ق.م) وتتيح الحروف الهيروغليفية إمكانية التعرف على الكواكب: المشترى Jupiter ساتورن Saturne الزهرة Venus وعطارد Mercury ويبقى المريخ Mars والذى يتتبع كلا من المشترى وساتورن فى زورق وهو لم يكن ظاهرا أثناء الليل طبقا لما هو مرسوم فى مقبره سينموت.

٥- لقد ابتكر المصريون القدماء الطبوغرافيا وفن رسم الخرائط حوالى عام ١٠٠٠ ق.م، مع الخارطة المذكورة أدناه "مناجم ومحاجر" وهى برديّة طويلة (٢,٨٢متر) وارتفاع ٤١سم وهى موجوده حاليا فى المتحف المصرى بتورينو بإيطاليا.

٦- والأسلوب الفنى الهندسى المستخدم هو التدوير والتطابق Rabattement والطرق الطبوغرافية هى "خطوط السير Itine'raires" وهو بدقة عبارة عن حركة دورانية لشكل مسطح كى يتم تحريكه فى مستويات الإسقاط وتظهر خريطة المناجم والمحاجر ان المنطقة الممثلة هى وادى الحمامات Wadi Hammamat

وهى منطقة جبال السلسلة العربية التى تفصل النيل عن البحر الأحمر حيث يوجد العديد من مناجم الكوارتز المذهب Quartz Aurife're وقد مثلت التضاريس والشواهد المعمارية لتلك المنطقة التى تضم المناجم بكل دقة مع بروفيل مطابق على السطح Profil Rabattu وهناك تفاصيل وتعليقات تكمل الرسم والوصف الجيولوجى تم إعداده باستخدام الألوان: فالأحمر يشير للجرانيت والأسود للبازلت واللون الكستنائى Marron يشير للتربة أما الأبيض فيشير للشواهد المعمارية، وبذلك يكون القدماء المصريون هم أول من استخدم وأول من فعل ذلك.

### طريقة التدوير والتطابق الهندسية La me'thode de rabattement.

وقد ظل استخدام طريقة التدوير والتطابق فى رسم الخرائط موجودا حتى القرن السابع عشر حتى استخدام طريقة الإسقاط العمودى Projection Orthogonale (إسقاط عمود من نقطة على خط مستقيم، على مستوى، وعلى سطح ما).

٧- الوصف الطبوغرافى، أى وصف عناصر الخارطة بطريقة الخط السير Itine'raire بمعنى أن العناصر الأكثر أهمية فى المنظر الطبيعى تمثل فى الجزء الأعلى.

وهذا النوع من الوصف الطبوغرافى كان واسع الانتشار فى روما فى العصور الوسطى.

وبذلك يكون المصريون القدماء قد ابتكروا طريقة رسم الخرائط بالتدوير أو بالإسقاط (تمثيل الجسم، أو جزء بارز على مستوى يقال له مستوى الإسقاط، طبقا لقواعد هندسية معينة: ولم يكن ذلك من قبيل المصادفة، أو بطريقة تجريبية).

٨- وتاريخ رسم الخرائط، المكتوب بموضوعية، دون انحياز ثقافى، من الممكن سرده على النحو التالى:

- حوالى ٢٤٠٠ ق.م: تم رسم خرائط بدائية، دون منهج أو قواعد معينة، بمعرفة البابليين فى أراضى ما بين النهرين.

- ١٤٦٣ ق.م: ظهور خرائط فلكية لدى المصريين القدماء.

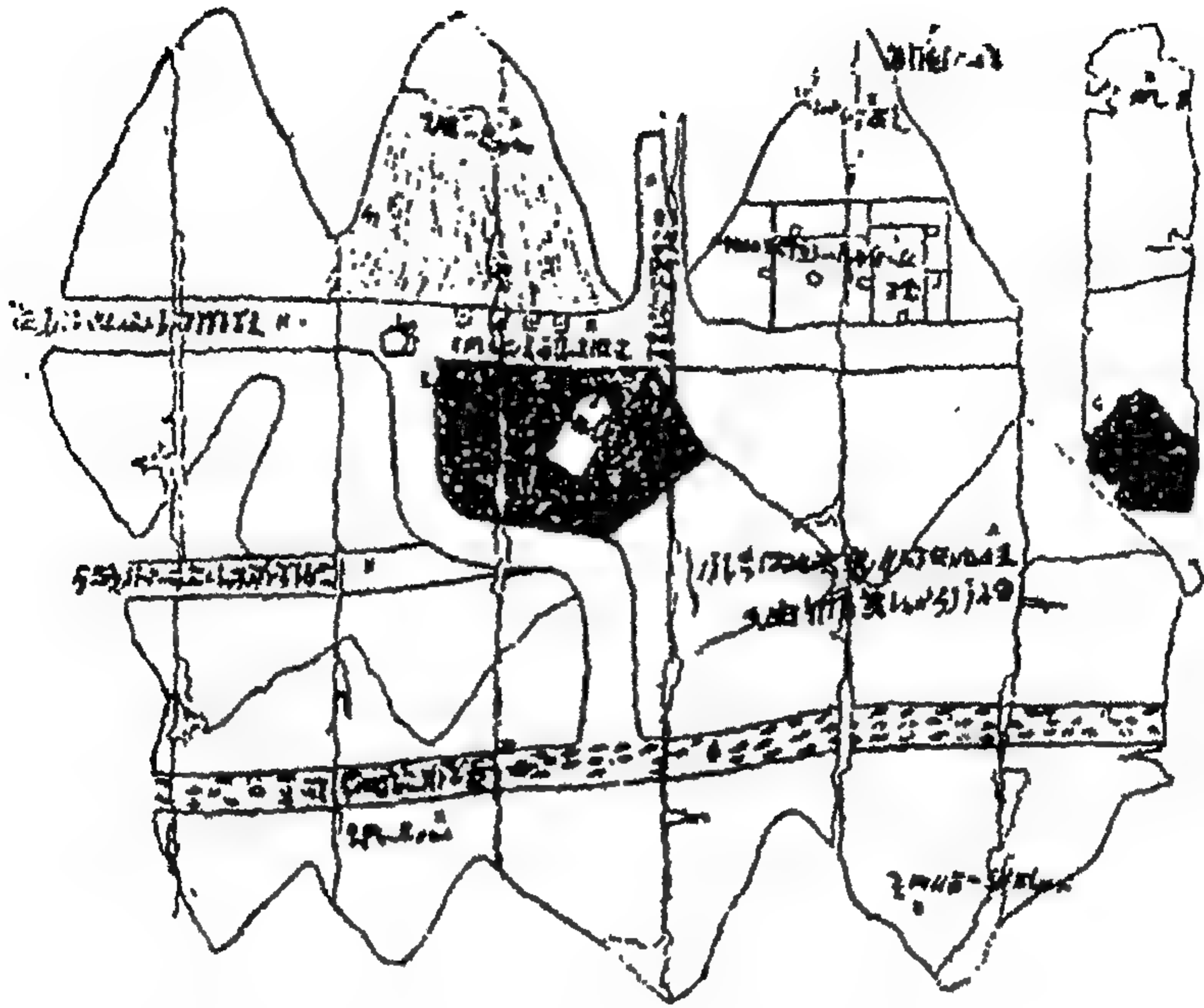
- حوالى ١٠٠ ق.م: ابتكار طريقة "التدوير والتطابق" rabattement وطريقة خطوط السير Itine'raires بمعرفة المصريين القدماء، واستخدام الألوان فى رسم الخرائط.

- فى القرن الثالث ق.م ، ابتكر العالم اليونانى السكندرى أراتوسيس Eratosthe'ne أسلوب رسم الخرائط والذى قام على رسم خطوط الزوال Merdiens وخطوط العرض Paralle'les، وقياس محيط الأرض، وقياس المسافة بين أسوان والإسكندرية Alexandria (Asswan) Sye'ne بوحدات الخلوة stades النظرية وبذلك حقق عملية جيوديسية Ge'ode'signe (الجيوديسيا علم المساحة) وبوسائل علمية مساحية.

- حوالى ٨٢٨ ميلادية، قياس درجة الزوال degre' de meredien بمعرفة العلماء العرب فى بيت الحكمة بناء على أوامر الخليفة المأمون فى بغداد. وقد عرف كريستوفر كولومبوس أهمية ذلك القياس من خلال الفرغانى Farghani (\*).

---

(\*) أبو العباس أحمد بن محمد بن كثير الفرغانى (٨٠٥ - ٨٨٠) فلكى عربى ولد فى فرغانة (أوزبكستان) وتوفى بمصر. كانت دراسته الفلكية (كتاب العناصر) مرجعا لكل أوروبا فيما بين القرن ١٢ - ١٧.



شكل ١٧٩: خرائط مناجم الذهب المصرية في بلاد النوبة (الأسرة التاسعة عشرة) مرسومة في مصر حوالي ١٠٠٠ ق.م، وتشير إلى خرائط منطقة وادي حمامات، وهي منطقة حفریات الذهب بين النيل والبحر الأحمر، وقد ولد علم الطبوغرافيا وعلم الخرائط مع تلك الخريطة المصرية.

وقد استخدم أسلوبا "التدوير والتطابق" و"خطوط السير" لأول مرة في ذلك الصدد. إن الحقائق هي الحقائق.

منذ القرن الرابع عشر حتى عصرنا هذا: تم رسم خرائط بحرية للبحر المتوسط، وتلك هي الخرائط الملاحية المعروفة بالبورتولان والتي تشير لمواقع الموانئ والخطوط الكنتورية للشواطئ (كتاب predrag Matvejevitch، Brevioire mediterranéen باريس، فايارد fayard، 1992، ترجمة عند الكرواتية، الطبقة الأصلية زغرب، ١٩٨٧، ١٩٨٧).

- فى القرن السادس عشر: ابتكر العالم الفلمنى جيرهارد كرىمر ميركاتور Gerhard Kermer Mercator عدة أنظمة للإسقاط حيث تم تمثيل خطوط الطول بخطوط مستقيمة متوازية ومتساوية المسافات، كما تم تمثيل درجات خطوط العرض بخطوط مستقيمة متوازية متعامدة.

- وفى أياما هذه: تستخدم الخرائط الطبوغرافية الملونة، وكذا التقاط الصور الجوية، استخدام المعلوماتية والكومبيوترات والاستكشاف عن بعد بواسطة الأقمار الصناعية (لاندسات landsat) على سبيل المثال، وأيضا استخدام التصوير المسامى الضوئى photogrammétrie... إلخ.

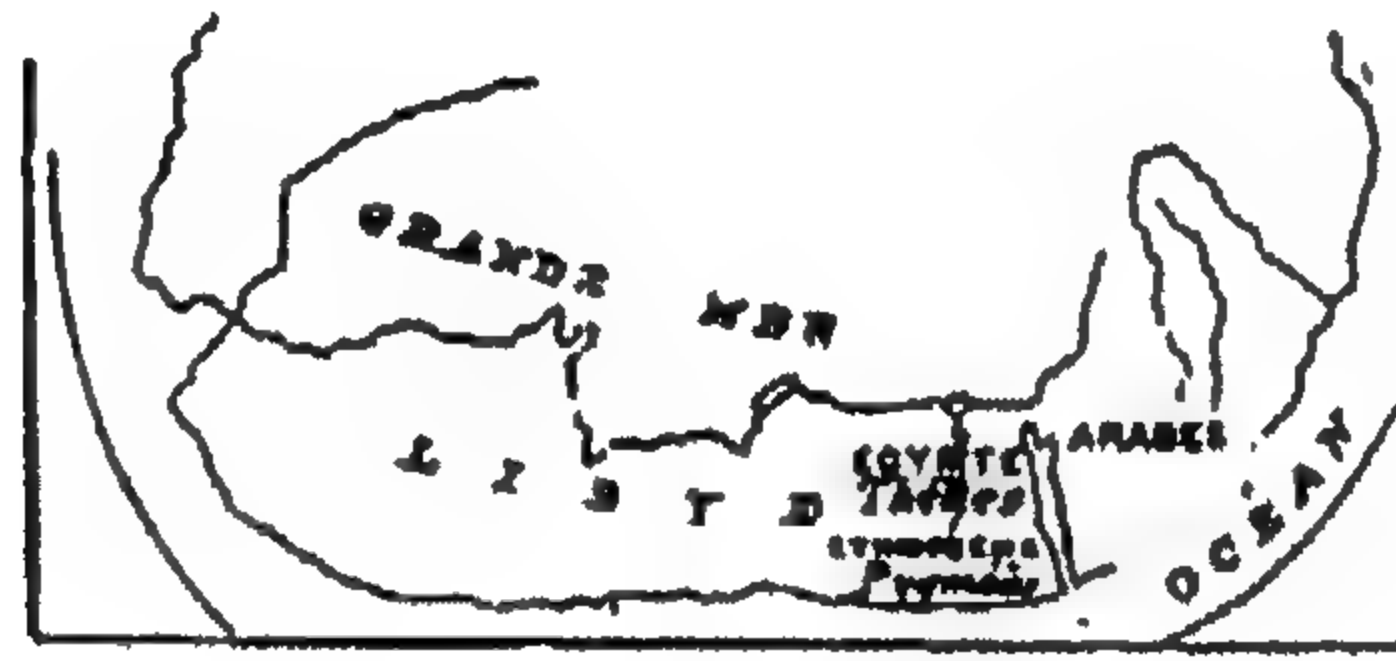
وينسب إلى أناكسيماندر Anaximandre (٦١٠ - ٥٤٧ ق.م) وضع أول خريطة يونانية، وكان تلميذا لطاليس Thalès، مشغولا بالهندسة وتأمل العالم فى آن واحد: ولقد كانت الأرض التى كان يمثلها الفيلسوف على الخريطة تشبه قطعة من عامود (ذات شكل إسطوانى)، وطرفين مسطحين مستويين دائريين. إلا أن تلك الخريطة الابتدائية لم تتحقق على أرض الواقع: "وبالنسبة لخريطة أكسيكاندر، فنحن لا نكاد نعرف فيها شيئا فى النهاية" (كريستيان جاكوب Cheistian Jacob، inscrire la terre habitué Reflexion sur la fonction des cartes en Grece ancienne geographiques sur un tablette رسم الأرض المعتادة، انطباعات عن وظيفة الخرائط الجغرافية على اللوح فى اليونان القديمة) ص ٢٧٣ - ٣٠٤ فى المؤلف السجعى تحت إشراف مدارس ديتين Marcel Detienne، معارف الكتابة فى اليونان القديمة les savoirs de lecriture en grèce ancienne مطابع الجامعة.

- ليل lille، ١٩٨٨، للاستشهاد، (انظر ص ٢٨٣).



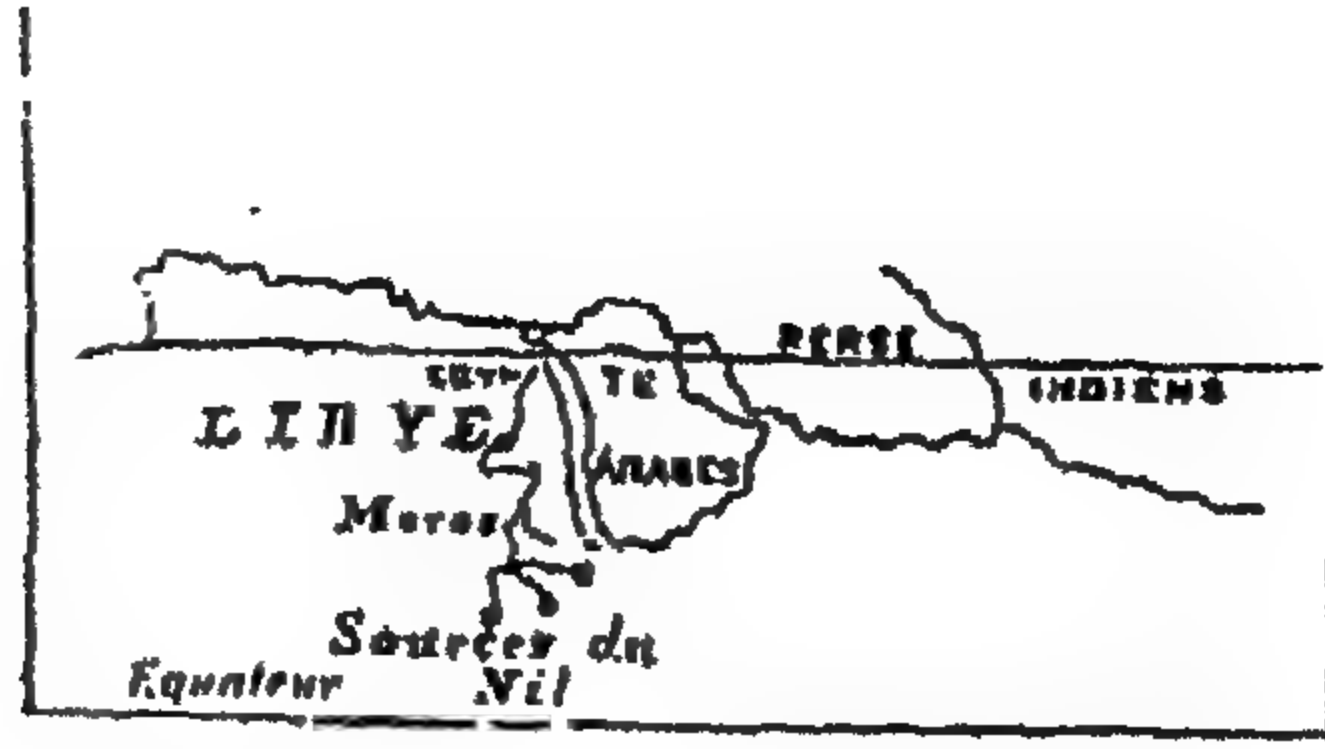


شكل رقم ١٨٠: جغرافية هوميروس. خريطة أفريقيا في عالم هوميروس  
 la monde d'homère. خريطة نصف الكرة plamsphère الهومرية، حيث  
 كان النهر المحيط يحدد، ويمثل الأرض وكأنها قرص. وقد رُسم النيل حتى سلسلة  
 عظيمة من الجبال كان يعيش بها الأقزام pygmées!!



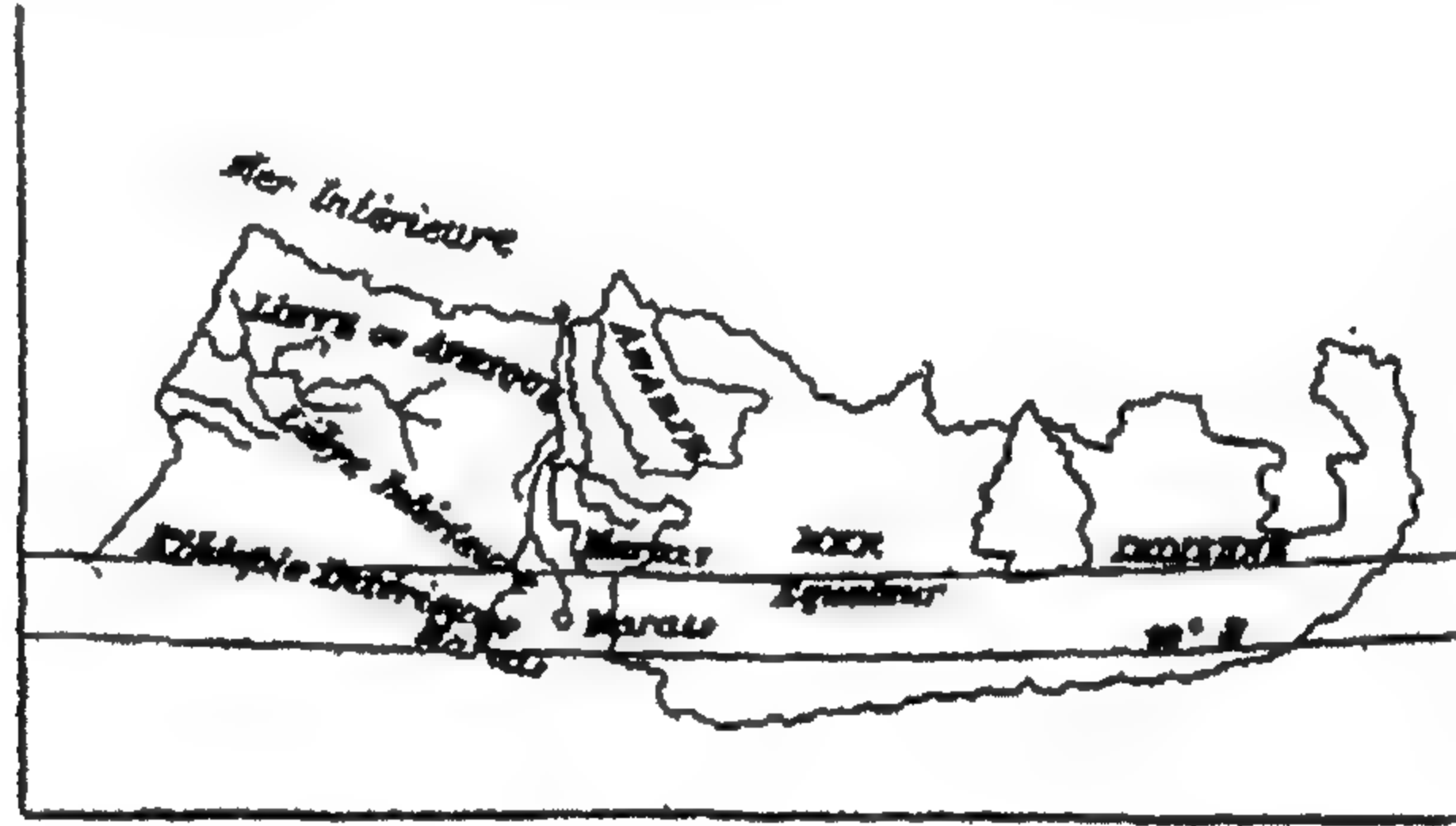
خريطة هيكاتيس الميلاوى hécatee de millet عام ٥٠٠ ق.م.

لقد زار الرحالة والمؤرخ والجغرافي اليوناني الشهير في القرن السادس  
 ق.م مصر. وطبقا لما رواه أن النهر المصري العظيم ينبع من الطرف الجنوبي  
 meridionale لأفريقيا، في بلاد "الأقزام".



النيل ومنابعه بمعرفة هيباركوس Hipparque، عام ١٠٠ ق.م.

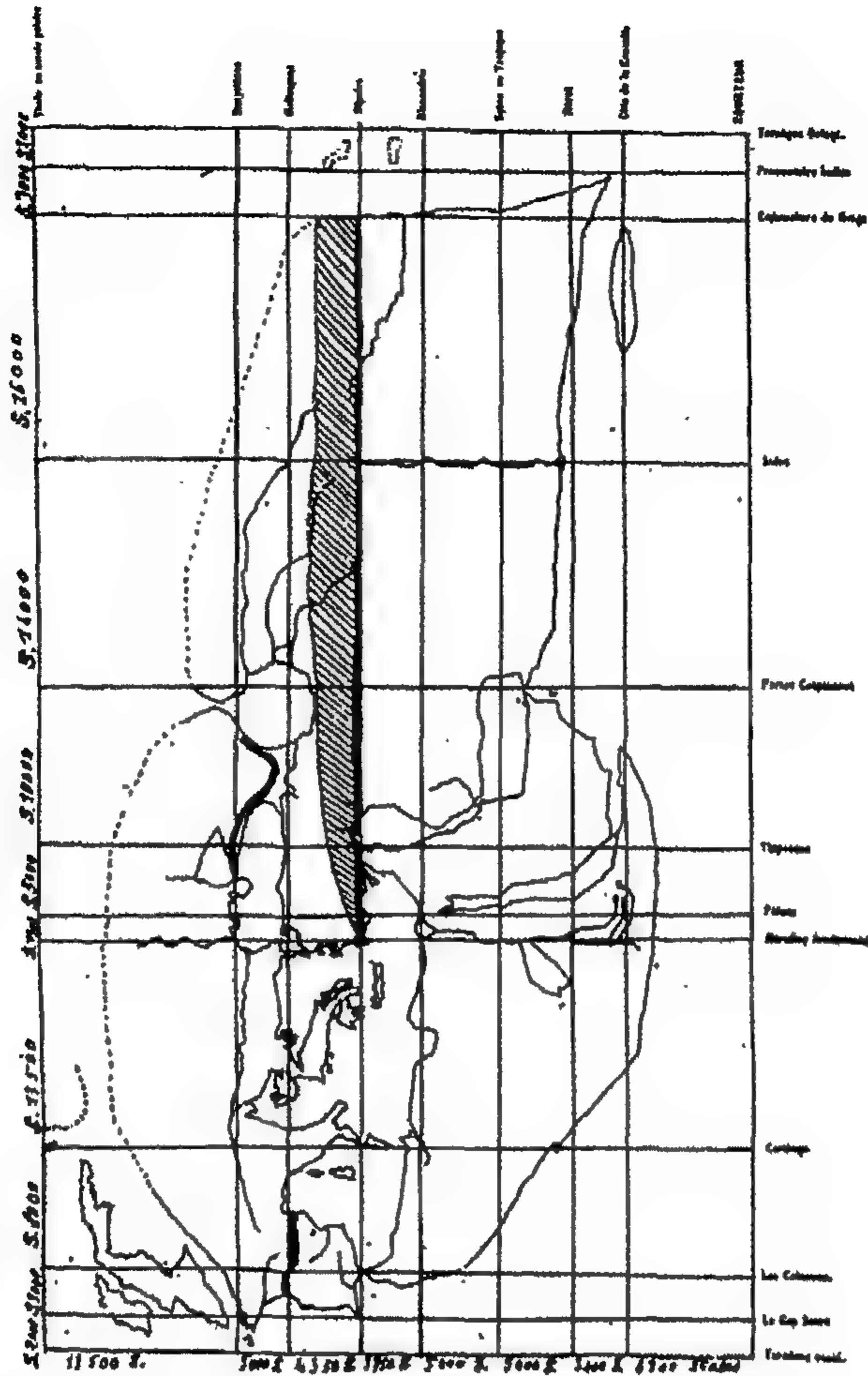
كان هيباركوس Hipparque دون منازع أعظم فلكي في اليونان القديمة. ولقد ولد في نيسه Nicée بمنطقة بيثينيا Bithynie (القرن الثاني ق.م). وقد أشار هيباركوس إلى الثلاث بحيرات واضحة تشكل منبع النيل شمال خط الاستواء.



خريطة بطليموس، عام ١٥٠ ق.م.

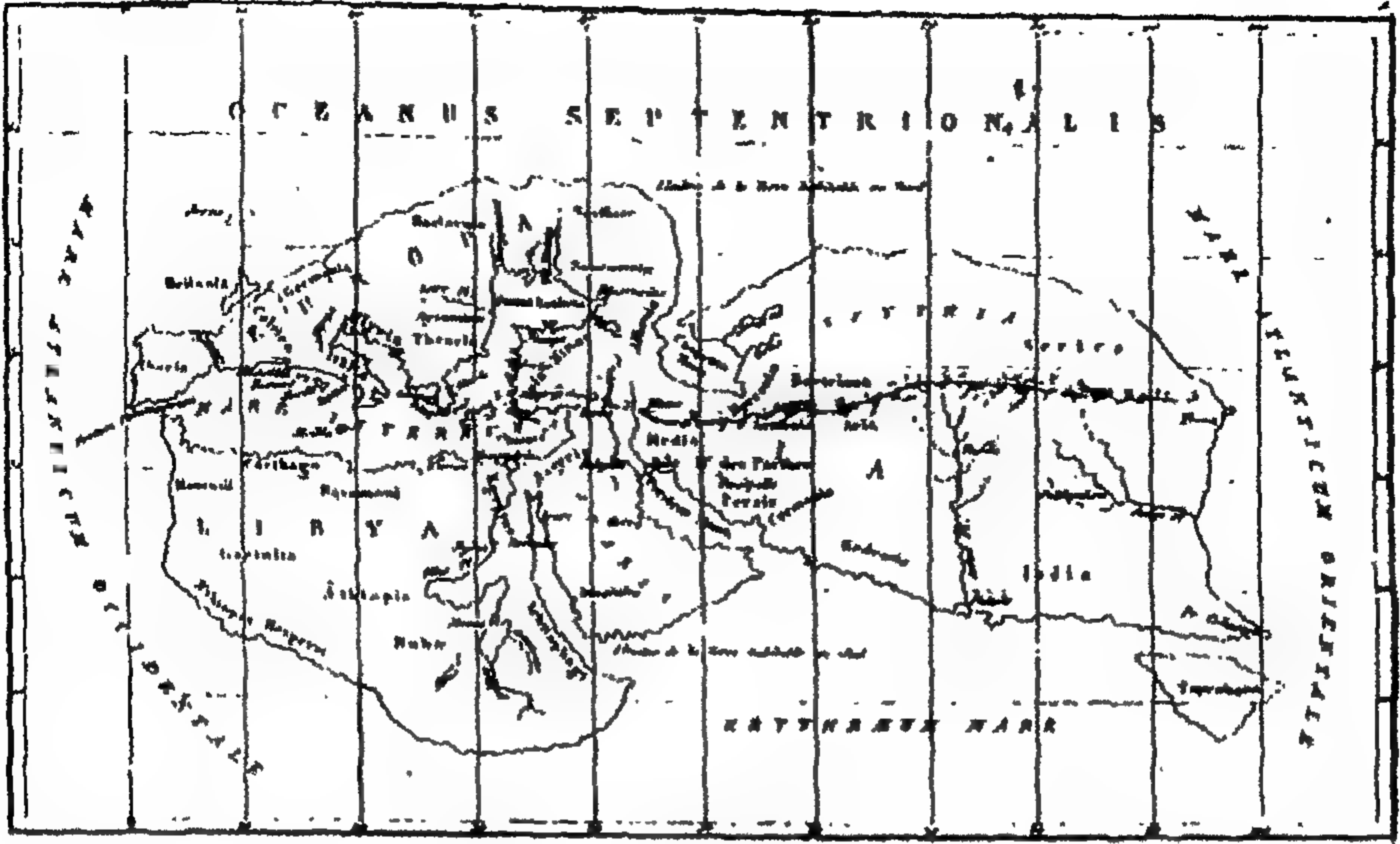
كلود بطليموس، فلكي يوناني ولد في مدينة بطوليماس Ptolémaïs في صعيد مصر، في القرن الثاني الميلادي. وقد قاده حدس علمي إلى تتبع منابع النيل جنوب خط الاستواء. وكان كتابه المعروف بالجغرافيا Géographie مرجعا موثوقا به طول العصور الوسطى في أوروبا.

شكل ١٨١: خرائط هيكتيوس، هيباركوس، وبتليموس.



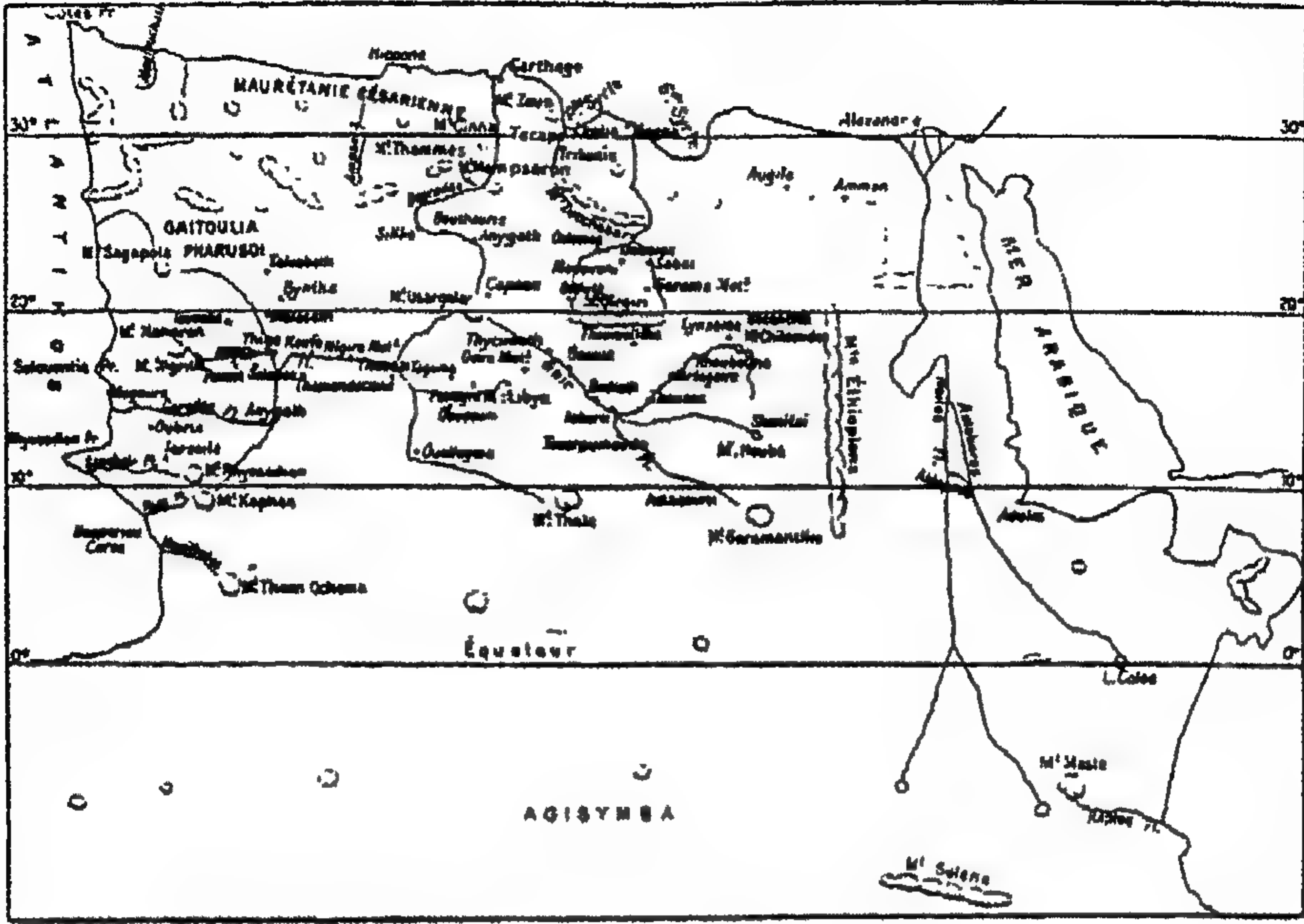
شكل ١٨٢: التصويب التقليدي لخريطة إراتوستين Erastothene (عن ش. مولر ch. Muller).

كان إراتوستين رياضيا وفلكيا وفيلسوفًا يونانيًا من مدرسة الإسكندرية، وقد ولد في سيرين Cyrène (ليبيا) حوالي ٢٨٤ وتوفي حوالي ١٩٢ ق.م، ولقد كان من المستحيل تحديد خط الطول بأساليب علمية في عصر إراتوستين la géographie d'Eratisthène، فرساي، ش باربيه ch Barbier، ١٩٢١.



شكل ١٨٣: جغرافية سترابون strabon

كان سترابون جغرافياً يونانياً، ولد في أماسيه Amasee بمنطقة كابا دوتش (cappadoce) ما بين عامين ٥٨ ق.م - ٢٥ ميلادية). وقد كان إراتوستين يؤكد في ذلك الوقت أنه لم يكن اتساع المحيط الأطلنطي يشكل عقبة، فمن الممكن الإبحار غرباً من أسبانيا حتى الهند أما سترابون فكان يبدى اعتراضه قائلاً "إن هناك منطقة أو عدة مناطق مسكونة تحتل المساحة المعتدلة وعبرها يمكن إتمام الإبحار". وقد شرع كريستوف كولومبوس في رحلة، بعد ذلك بسبعة عشر قرناً. بدءاً من أسبانيا ليبحر إلى الغرب حتى الهند، كما أراد إراتوستين، وقد قابل في طريقه المناطق المسكونة الجديدة التي تتبأ بها سترابون: الهند الجديدة.

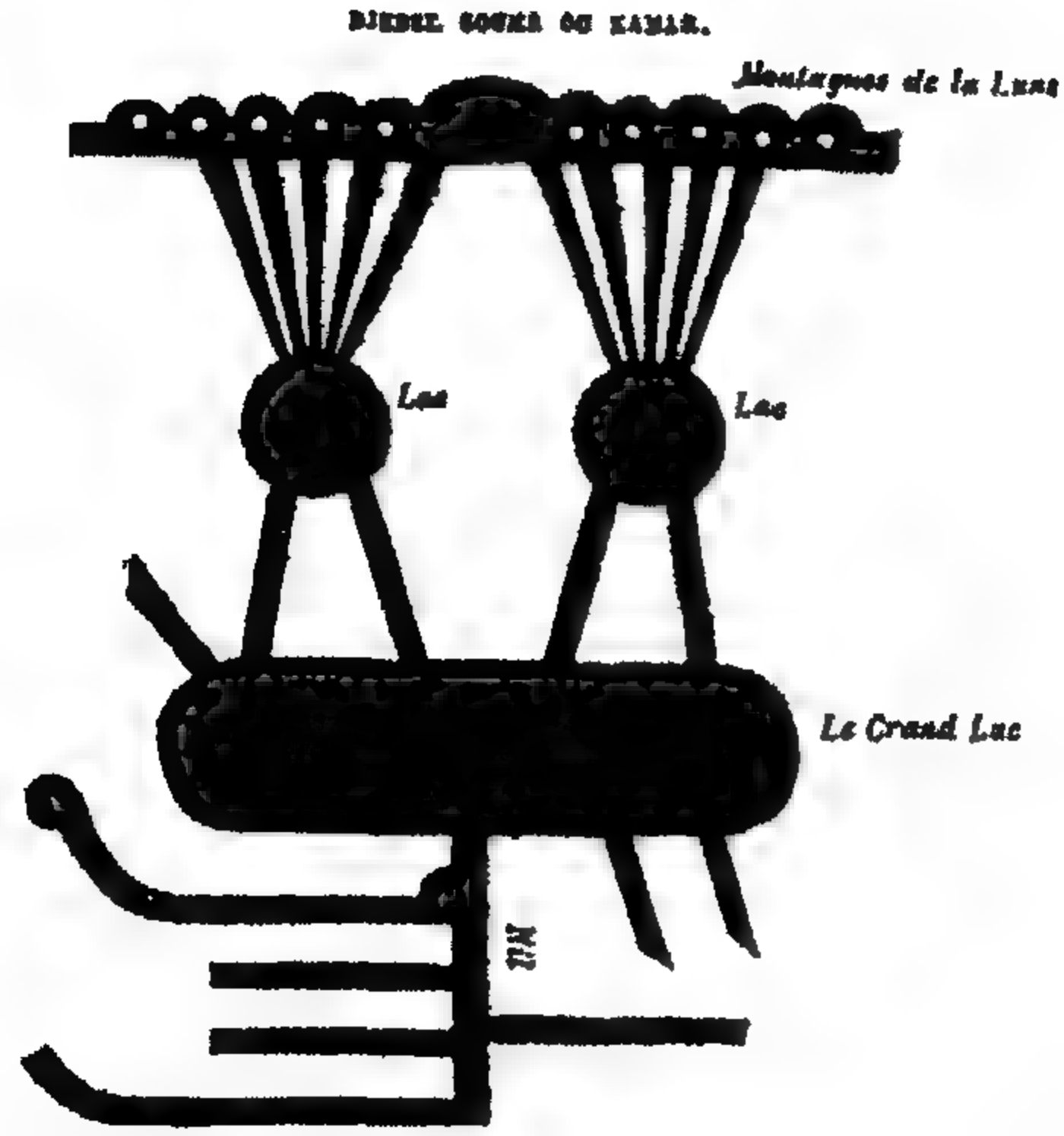


شکل ۱۸۴: أفريقيا - خريطة بطليموس.

أفريقيا كما وصفها بطليموس: انظر جوستاف دي ساجازان  
 Gustave de Sagazan، أفريقيا من الداخل طبقا لوصف بطليموس Afrique  
 annals de "Interieure decrite par Ptolemee فى الحوليات الجغرافية"  
 "Geographie" (باريس)، رقم ۳۱۹، السنة ۶۰، مارس-أبريل ۱۹۵۱، ص ۱۱۰-  
 ۱۵۶. رحلات فيزان Fezzan، رحلات عبر الصحراء، رحلات السنغال  
 والسودان (السنغال - النيجر).

مراجع قيمة لتاريخ الصحراء.

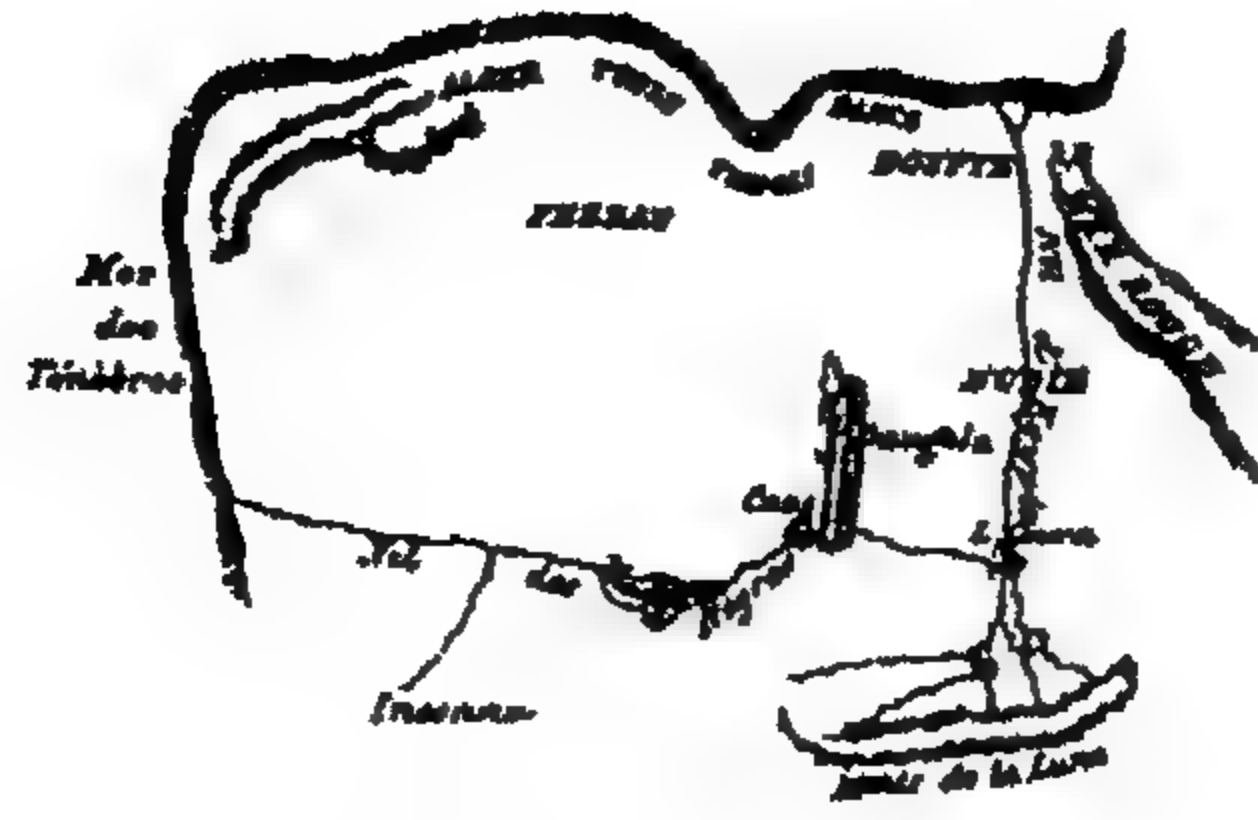




شكل ١٨٥: جبل القمر. المسعودى، القرن الحادى عشر.

ولد المسعودى (أبو الحسن على بن حسين) فى بغداد، وتوفى فى مصر عام ٩٥٥ ميلادية. وهو مؤرخ عربى كبير. قام برحلات عديدة إلى فارس، الهند، جزيرة سيلان (سيريلانكا)، مدغشقر، والجزيرة العربية، وبحر قزوين، سوريا، فلسطين، مصر، والسودان. وقد وضع ٢٣ كتابا تقريبا منها اثنان يقعان فى ٢٠-٣٠ جزءا. وقد اشتهر بمؤلفه مروج الذهب Les prairies d'or. وبالنسبة لمنابع النيل كتب المسعودى: "... لقد رأيت فى أحد كتب الجغرافيا خريطة يخرج فيها النيل من جبل القمر (Djebel Koumr). حيث تتدفق المياه من عشر نافورات لتتساب إلى بحيرتين تشبهان مستنقعى باصورة Bassora<sup>(\*)</sup>. وبعد أن يتركها، يتحدان ثانية للنزول وعبور مناطق رملية وجبلية وهى أجزاء من السودان المجاورة لبلاد الزنج (Zenzibar)."

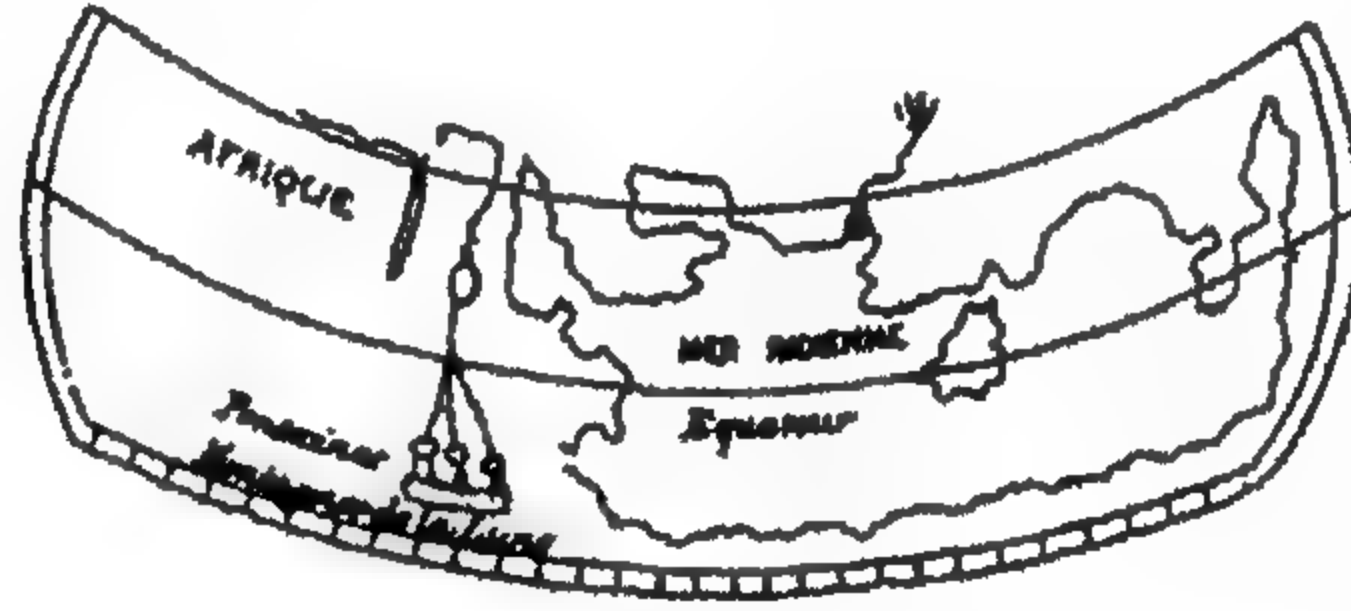
(\*) عاصمة إقليم البصرة بالعراق - المترجم.



خريطة الإدريسي، عام ١١٤٥ ميلادية.

الإدريسي Al-Edrisi (أو الإدريسي Al- Idrisi) جغرافي عربي، ولد في كيويتا Cueta<sup>(\*)</sup>، توفي فيما بين الأعوام ١١٦٥، ١١٩٦ وقد عاش في بلاط مدينة صقلية.

وفي خريطة الإدريسي، تظهر جبال القمر. في مكان، على بضع درجات جنوبا من خط الاستواء. وتصب بحيرتا الجزء الأعظم من مياهها في بحيرة ثالثة، حيث يخرج منها مباشرة النيل ليسرى إلى الشمال نحو مصر:



خريطة لآلى الحكمة<sup>(\*\*)</sup> Maragrita Philosophica ١٥٠٣ ميلادية.

يخرج النيل من نافورات في شمال جبال القمر.

شكل ١٨٦ خرائط أفريقيا

(الإدريسي وكتاب لآلى الحكمة Margarita Philosophica)

(\*) على الشاطئ الأفريقي جبل طارق - مستعمرة أسبانية - المترجم.

(\*\*) كتاب باللغة اللاتينية. وضعه عام (١٤٨٩-١٤٩٥)، ولم ينشره إلا عام ١٥٠٣ الراهب الألماني

جريجوريوس رايش Gregorius Reisch (١٤٦٧-١٥٢٥) ولقى انتشارا كبيرا، وكان يدرس في

الجامعات كدائرة معارف شاملة - المترجم.



خريطة جون روش John Ruysch ١٥٠٨ ميلادية.

رصدت جبال القمر فوق خط الاستواء بقليل ولم يبق سوى بحيرتين جنوب خط الاستواء. ويخرج النيل من البحيرة الثالثة شمال خط الاستواء.



خريطة سيلفانوس Sylvannus ، ١٥١١ ميلادية.

هنا يرى الخط الكفافي لأفريقيا معدلاً، بحيث تقترب البحيرات الأفريقية الثلاثة من بعضها البعض (البحيرات الأفريقية الكبرى). وفيما بين اثنتين من تلك البحيرات، تبدأ جبال القمر في الارتفاع والامتداد.

شكل ١٨٧ خريطة أفريقيا التي وصفها روس، وسيلفانوس.

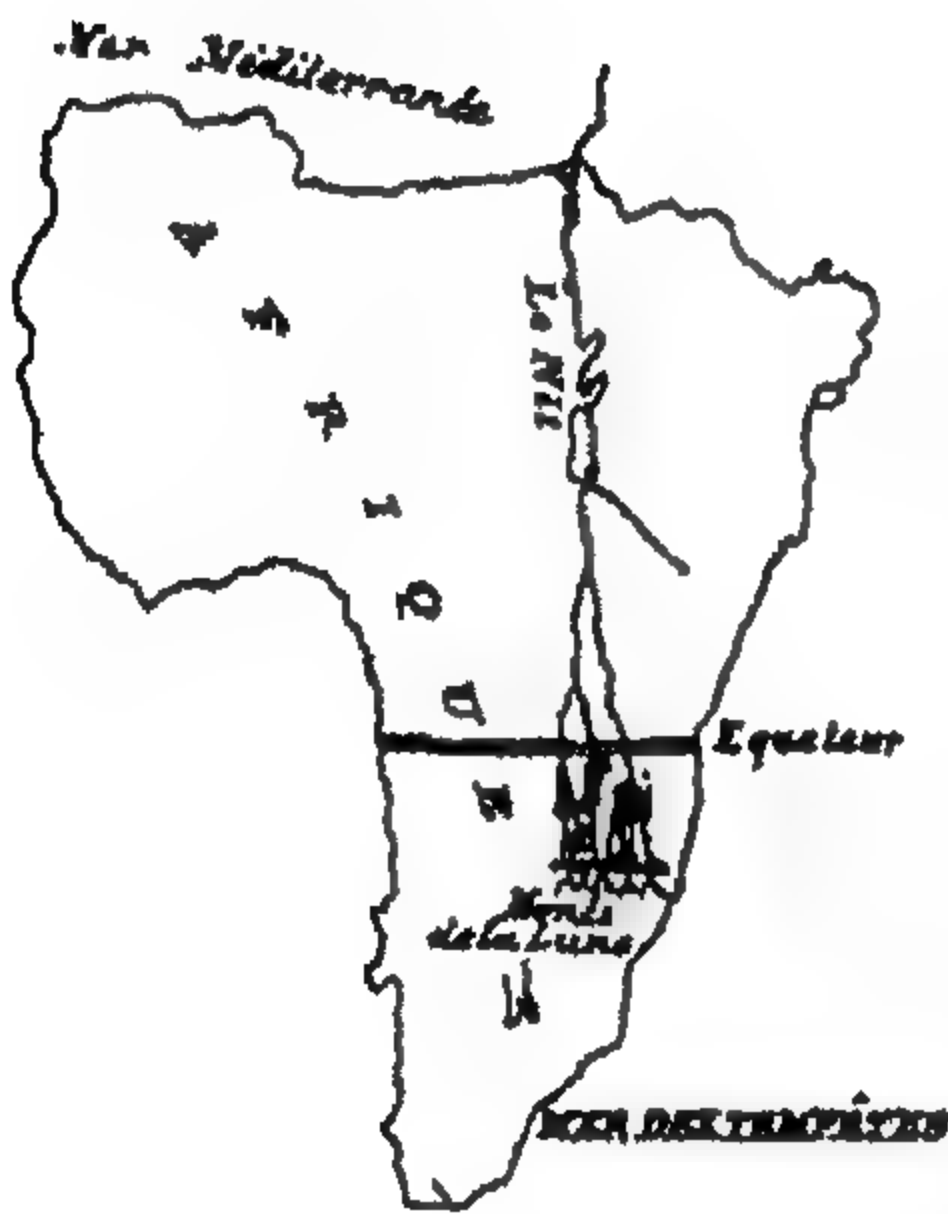


خريطة فيرازونو (\*) Verrazono عام ١٤٩٢ ميلادي.

هنا يبدو شكل أفريقيا لافتا للنظر. وهناك بحيرتان شمال جبال القمر، وثالثة فوقهما إلى الشمال أيضا. ويبدو النيل ومنابعه في تلك البحيرات الثلاث.

#### خريطة سباستيان كابوت (\*\*) Sebastian Cabot

القرن السادس عشر

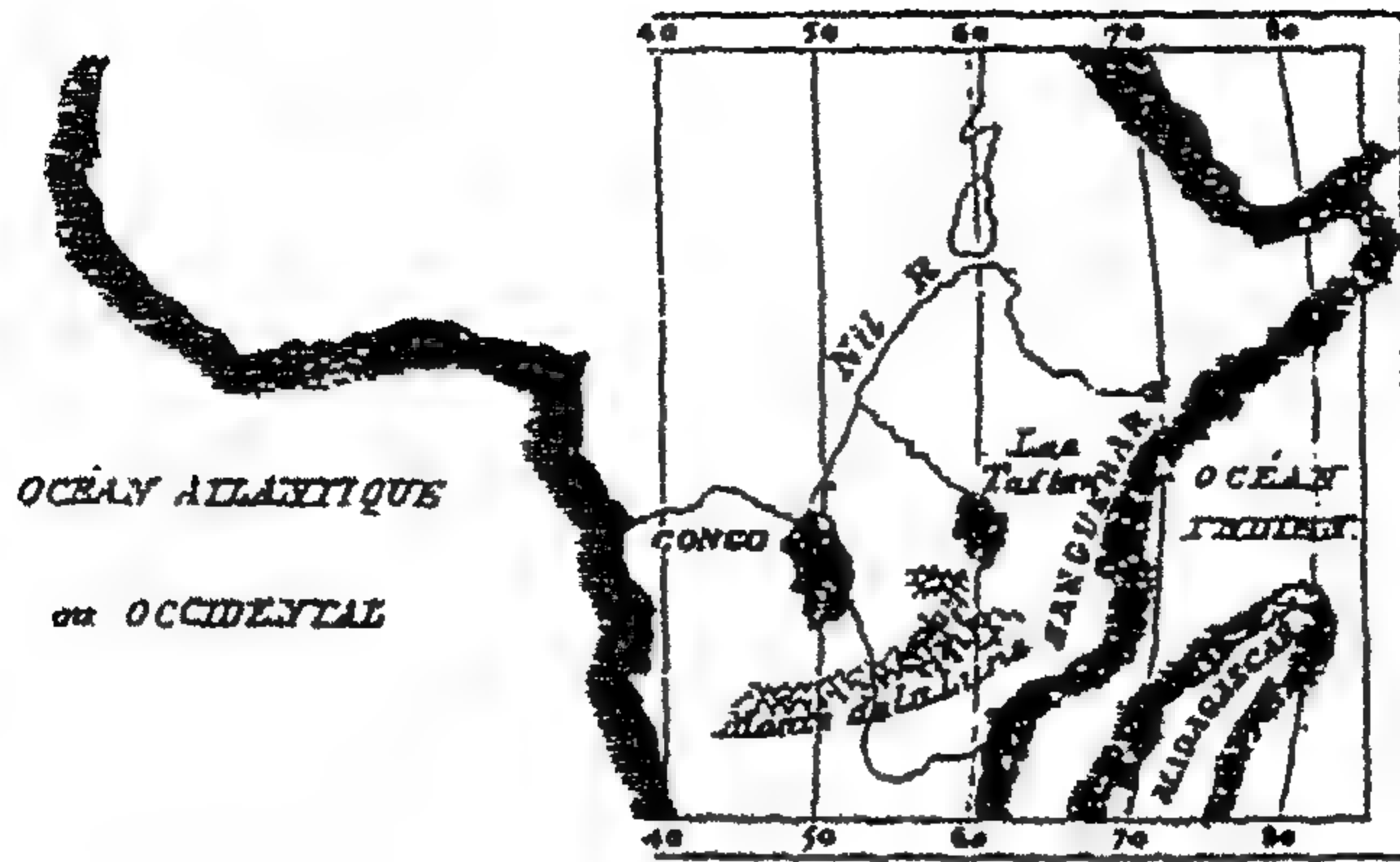


شارك سباستيان كابوت (١٤٧٦-١٥٥٧) في رحلات والده الملاح الفينيسي جين كابوت Jean Cabot (١٤٥٠-١٤٩٨) وهو من مدينة جنوا في الأصل. وفي عام ١٥٢٦ دخل سباستيان كابوت في خدمة أسبانيا، حيث تعرف إلى ملك لابلاتا La Plata. وفي تلك الخريطة تتواجد البحيرات الأفريقية الثلاث على خط واحد، وتتجمع جبال القمر جنوب خط الاستواء، عند كل منبع من منابع المياه لتصب في النيل.

شكل ١٨٨ خرائط فيرازونو وكابوت

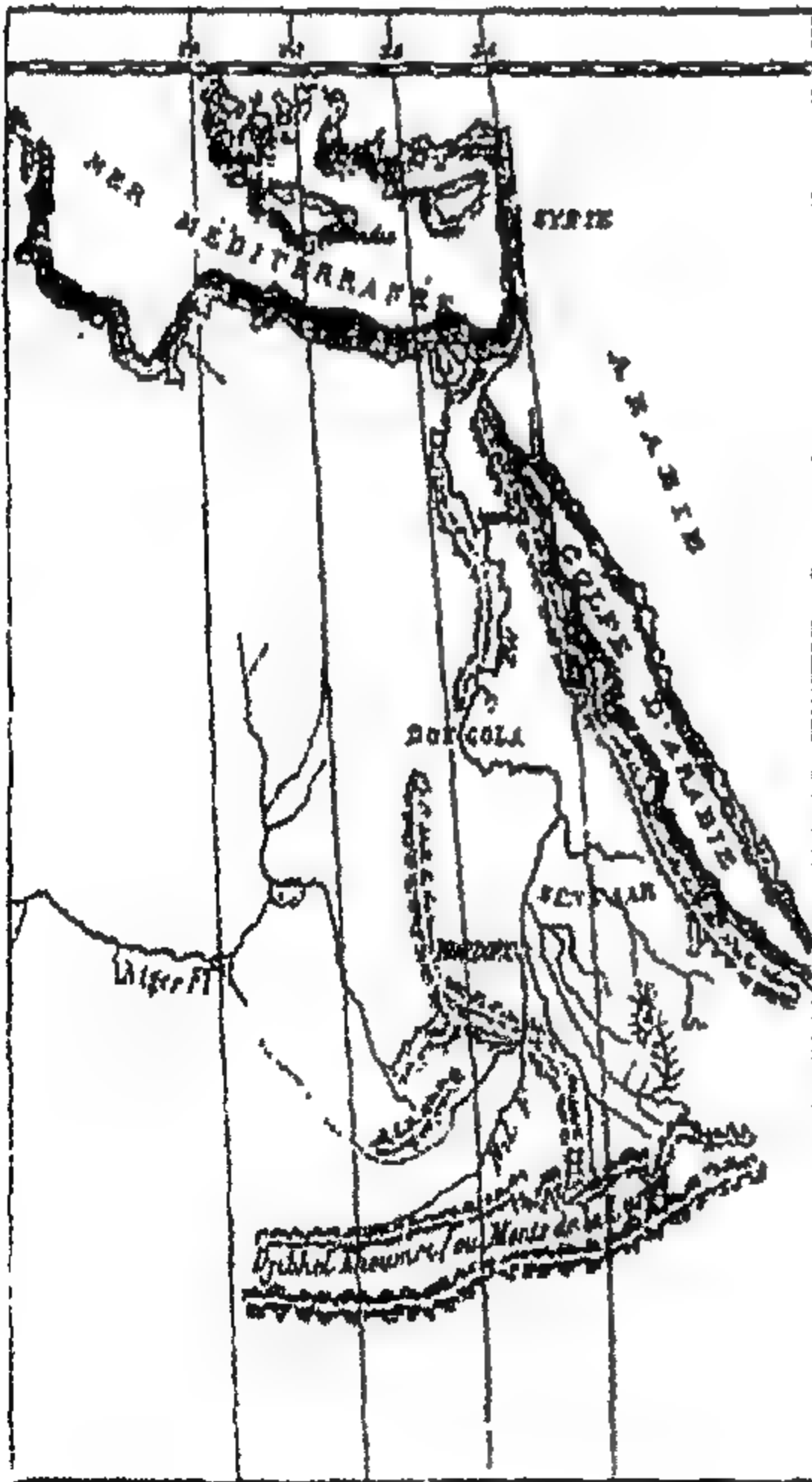
(\*) جيوفاني دي فيرازوانو Giovanni di Verrazzano (الهجاء الصحيح). مكتشف وبحار فلورنسي. كان يبحر تحت العلم الفرنسي. ولد في توسكانيا ١٨٨٥ وتوفي ١٥٢٨ في جزر الأنتيل الصغرى Lesser Antille - أول من طاف بالساحل الشرقي لأمريكا الشمالية - المترجم.

(\*\*) الاسم الأصلي سباستيانو كابوتو Sebastiano Caboto (١٤٨٤ - ١٥٥٧) مكتشف إيطالي - ربما ولد في فينيسيا، عمل كمصمم خرائط للملك هنري الثامن. قام برحلات إلى أمريكا الشمالية ومحاولات للدوران حول العالم - المترجم.



شكل ١٨٩: خريطة أفريقيا (عن كتاب جغرافيات القرن السادس عشر والسابع عشر).

تخرج أنهار الكونغو، زامبيزي، والنيل من بحيرات موجودة في قلب القارة، شمال جبال القمر.



شكل ١٩٠: خريطة كونستابل، إيدمبرج Constable Edimburg ١٨١٩ تلك الخريطة الخاصة بكونستابل (وهو غير مصور المناظر الخلوية الإنجليزي الشهير جون كونستابل) تشير إلى تراجع في المعلومات: فقد تم محو عناصر كثيرة، حيث تمتد جبال القمر فيما بين ٥، ١٠ درجات شمالاً من خط الاستواء كما تمتد من خط طول ٢٠° عند خليج عدن. وبذا لم تدخل تلك الخريطة في حسابها معلومات تم اكتسابها حول أفريقيا منذ عصر هوميروس حتى القرن ١٧.



## الملاحق

**ملحق ١:** اشتقاق المصطلح "رياضيات" الرياضيات المثالية لمصر الفرعونية.

**ملحق ٢:** طاليس والعلم المصري: شهادات قديمة.

**ملحق ٣:** الأعداد المصرية القديمة من واقع برديات الرياضيات. المصادر الرئيسية للرياضيات المصرية.

**ملحق ٤:** الهندسة الخاصة بالجمجمة عند قدماء المصريين وشعوب المانجبيتو Mangbetu في زائير. الهندسة والأنثروبولوجيا الطبيعية للجمجمة (قياس الجمجمة).

**ملحق ٥:** الابتكارات الهندسية في مصر القديمة.



## ملحق ١

### اشتقاق المصطلح (رياضيات)

### الرياضيات المثالية لمصر الفرعونية

١- الفعل  $\mu\alpha\nu\theta\alpha\nu\omega$  . يعنى الفعل اليونانى  $\mu\alpha\nu\theta\alpha\nu\omega$  manthano يتعلم apprendre وتعطى الفروق الدقيقة فى النصوص الأقدم المعانى الأخرى التالية: يتعلم عمليا، يتعلم من خلال التجربة، ويتعلم للاطلاع، ويتعلم للعمل. كما يوجد أيضا معنى قريب للفظ يفهم  $comprendre$ .

٢- اسم الفعل  $\mu\alpha\theta\eta\mu\alpha$  ، mathema يعنى: الذى يتعلم كل المعارف التى يحصلها المرء عن طريق التعلم والتربية هى  $\tau\alpha\ \mu\alpha\theta\eta\mu\alpha\tau\alpha$  , ta mathemata ، Les mathemata ، الرياضيات Les mathematiques.

حيث يشار باسم الفاعل  $\mu\alpha\theta\eta\tau\eta\varsigma$  matheles والذى يعنى تلميذ ، أو مريد disciple، وخاصة تلاميذ الفلسفة.

٣- Les mathemata "الرياضيات" ، بمعنى كل أنواع المعرفة المكتسبة عن طريق التعليم أو التجربة العملية من قبل معلم ، وبذا فهى تعارض المعارف البلاغية Rhetorique والشعرية Poesie، والتى يمكن للمرء أن يكتسبها دون معلم بالضرورة.

والرياضيات لا يمكن تعلمها دون أن يكتسب المرء فى البداية تعليما مناسباً ويجب أن نفهم أن كلمة "رياضيات" إنما تعنى فى نطاق التعليم اليونانى، مجموعة العلوم التى يدرسها المرء فى المدرسة كى يصير رجلاً حراً، مواطناً صالحاً.

وعلى درجة الدقة ، فقد كان أفلاطون هو الذى نادى بـ  $\tau\rho\acute{\iota}\alpha\ \mu\alpha\theta\eta\mu\alpha\tau\alpha$  ، الرياضيات الثلاثية  $\text{tria mathemata}$ ، ثلاثة موضوعات للدراسة تناسب الرجال الذين ولدوا أحرارا للمعرفة: الحساب، علم القياسات (الهندسة)، والفلك.

وبذا يمكن قراءة نص أفلاطون فى ترجمة مجموعة "Pleiade" (كوكبة الثريا) (\*) على النحو التالى: "... والآن لا يتبقى للرجال الأحرار سوى ثلاث موضوعات للدراسة على وجه الدقة، وهى: الحساب وهو يختص بالأعداد، قياس الأطوال، والمساحات، والأحجام، وبذا يكون مساعدا للأول، أما الثالث فهو دراسة حركة النجوم ودورانها الواحد بالنسبة للآخرين، وفى علاقتها بالسرعة الطبيعية لحركتها...." (أفلاطون القوانين VII,817e).

ها هى الدراسات الأساسية: الحساب، والهندسة، والفلك التى تشكل الرياضيات.

ويضيف الرباعى  $\text{Le quadrivium}$  الذى عرفه الفيثاغورثيون "الموسيقى" بكل وضوح، وهكذا سيكون على المرء أن يدرس الأنظمة التالية: الهندسة، الحساب، الفلك الموسيقى.

وفى موسوعة لاروس نجد التعريف التالى لمصطلح رياضيات  $\text{mathematique}$ : "... علم يدرس الكميات، ومقارنتها، وقياساتها...."

وهذا المفهوم لم يكن له أى أثر عند الإغريق القدماء. فعندهم كانت الرياضيات هى كل موضوعات المعرفة التى يمكن اكتسابها من المعلمين الأكفاء. كما كان اللاهوت  $\text{Theologie}$  عبارة عن معرفة رياضية عند أفلاطون. ولكى يتم الإقناع بذلك، لا عليك سوى إعادة قراءة كتاب الجمهورية  $\text{La Republique}$  (VI,505a): ليس هناك ما هو أهم كموضوع للدراسة من طبيعة الخير  $\text{L'idee de Bien}$ . ولذا فالرياضيات ذات ضرورة إلهية.

---

(\*) مجموعة من الشعراء (سبعة) حول الشاعر الفرنسى بيير رونسارد Pierre de Ronsard - القرن ١٥، ١٦ - المترجم.

وفى الواقع، فإن قواميسنا الحديثة لم تشر إلا إلى ما هى الرياضيات دونما أى قدرة على إعطاء تعريف حقيقى، لأن الإغريق أنفسهم لم يكن لديهم سوى مفهوم يدور حول أن كل الموضوعات، غير البلاغة والشعر، لها علاقة بالرياضيات.

٤- التعريف المصرى للرياضيات من بين جميع شعوب العالم القديم: شعوب بلاد ما بين النهرين، الحيثيين، الكريتيين، الإيجيين، الفينيقيين، الفرس، اليونانيين، والقبائل البدو فى وسط أوروبا scythe... إلخ.

كان المصريون القدماء هم الشعب الوحيد الذى وضع تعريفا مكتوبا وواضحا ودقيقا للرياضيات.

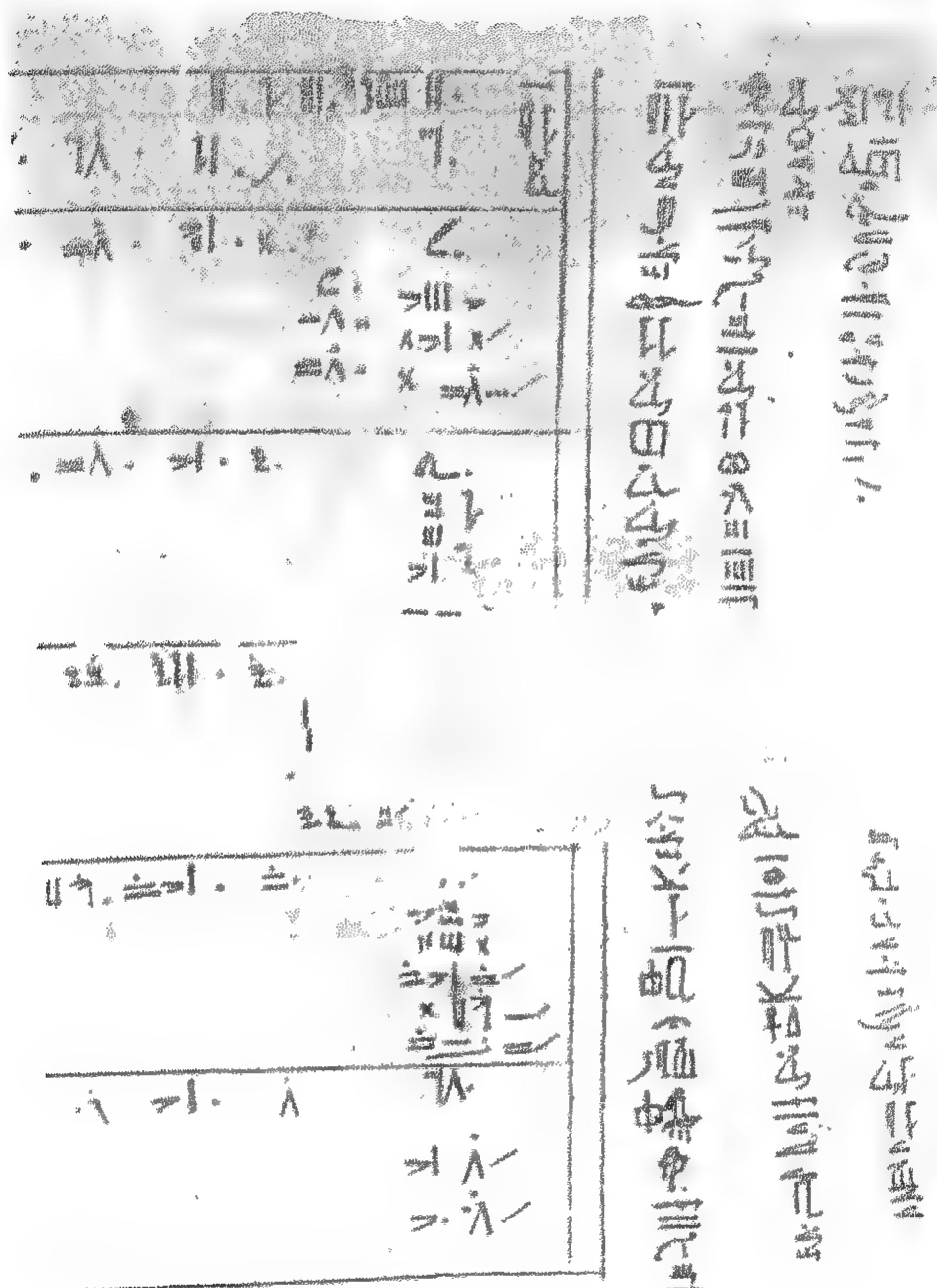
وكلمة يعرف Definir معناها إيضاح الخصائص والمميزات الأساسية لشيء ما أو موضوع، فى أسلوب دقيق ومختصر.

والتعريف هو عرض وإيضاح تلك الصفات والتعريف الممتاز ينبغى أن يكون دقيقا، بمعنى أنه لا يستخدم إلا للشيء المراد تعريفه.

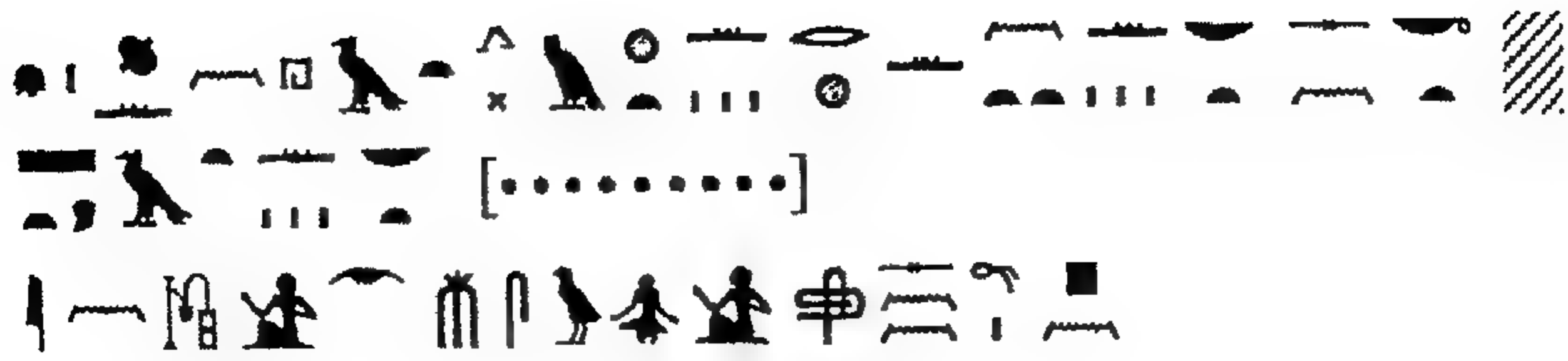
والنص المذكور فيما بعد مكتوب بالحبر الأحمر، وعنوانه بردية راند Papyrus Rhind (حوالى عام ١٦٥٠ ق.م). وهذا العنوان يتضمن التعريف، والمفهوم المصرى للرياضيات. وهو يتوافق تماما مع القراءة. ولا يمكن للنفوس الساذجة وذات النيات السيئة أن تدرك ذلك الوضوح الهائل والدقة المتناهية لذلك النص الذى توافق مع المقتضيات العلمية الأكيدة...!! الواقع، أن وضع عنوان على رأس كتاب هو شهادة بالطريقة والرؤية الفكرية والدقة، التى يقوم المرء بها بتفسير العمل أو الإنجاز المطلوب. فوضع عنوان لعمل هو مسألة منطق وانتباه، وتقييم نقدى. هذه إذن هى نفس سمات العنوان "بردية راند" (شكل ١٩١). حيث يشمل ذلك العنوان، أو على وجه أكثر دقة، يعرض الأفكار المصرية عن الرياضيات، أى حقل التأمل والوضوح، دون أى لبس أو إيهام، والذى سيتمخض عن صيغ



منطقية تمت معالجتها بما فيه الكفاية، بحيث تلائم المعرفة المتعمقة والحقيقية عن العالم. والنص مستسخ بمعرفة الكاتب أحمس Ahmes ، حوالي ١٦٥٠ ق.م، من نص يرجع للدولة الوسطى (٢٠٤٠-١٧٨٥ ق.م). حيث نحن في عصر الأسرة الثانية عشرة (شكل ١٩١).



شكل ١٩١: عنوان بردية راند (خط بالحبر الأحمر ، إلى اليمين) المتحف البريطاني recto , n° 10058. وهذا النص الشهير، وقد كتب في الأصل باللغة الهيروغليفية Hieratique ، تتم قراءته كالتالي باللغة الهيروغليفية.






### الترجمة:

الطريقة الصحيحة (ت ب - ح س ت tp-hsb) للفحص (ن ح إ ت nh3t) في (ة) الطبيعة (حت ht) لمعرفة (رح rh) كل ما هو كائن.

(ن ت ت ن ب ت nbt ntt)، كل سر (س ن ك ت ن ب ت snkt nbt)،  
كل الأسرار (س ت إ ت ن ب ت st3tnbt). [.....].

بمعرفة الكاتب (إ ن س س inss) أحمس AHMES (إ ح - م س و Ih-  
Msw)، والذي قام بنسخ تلك النسخة (س ب ح ر س ن ن ب ن Sphr snn pn).

وغاية التعليق أن يكون هو الآخر واضحاً مثل النص نفسه. ولذا فقد تخيل  
المصريون القدماء وابتكروا أسلوباً للمعرفة  للحقيقة.

 الكلية (ن ت ت ن ب ت، نيتيت نيبيت ntt nbt  
netet nebet) وذلك بفضل طريقة حاكمة ودقيقة (ت ب - ح س ب ،  
ت إ ب - ح إ س إ ب tp-hsb, tep-heseb) في البحث العلمي، والفحص  
( ن ح إ ت enhat): ذلك كان تعريف وإيضاح الرياضيات في  
مصر القديمة، لأن بردية راند لم تكن أبداً وثيقة لاهوت أو تاريخ، بل وثيقة تعليم  
للرياضيات. معرفة دقيقة، وعلمية، لكل الحقائق المرئية وغير المرئية الظاهرة  
والمخفية، الظاهرية phenomenal، ومفاهيمية noumenal، في ضوء المنطق  
الإنساني وحده، ومن خلال طريقة دقيقة في الفحص، وذلك هو تعريف الرياضيات  
عند المصريين القدماء.

ولقد كان المصريون يدركون تماما قدرات الرياضيات. فكانوا يتمسكون بإدراك السمة الأساسية للمنهجية methodologie فى نطاق المعرفة الشاملة للطبيعة: وهى منهجية عقلانية منطقية خالصة، وهذه هى الرياضيات ( — ٥ "العلم"، "المعرفة").

ولذا نجد فيثاغورث، وقد استوعب الدرس المصرى، يسارع بالإعلان فى اليونان بقوله: الكل أعداد Tout est nombre، ويعنى ذلك أنه من الممكن شرح كل شئ عن طريق الأعداد. وهى معرفة تنصب إذن على تحديد وتفسير العلاقات العددية.

وهناك نص مصرى قديم يشرح الاتجاه إلى التأملات المنطقية، وذلك حوالى عام ١٦٥٠ ق.م.

وأمام تلك الإنجازات المصرية، سنجد على الدوام وجهتى نظر سيكولوجية للمعلقين العاديين:

أ) لم يكن لدى المصريين القدماء سوى حصيلة معرفية عمالية recettes empiriques، حتى ولو كانوا قد قاموا بحساب مساحة نصف الكرة، وحجم الهرم الناقص، قبل اليونانيين بزمان طويل.

ب) عنوان بردية راند عبارة عن طنطنة grandiolequent، ولا يرقى إطلاقا إلى مستوى الذكاء الريفى المصرى. ورغم ذلك فذلك النص قد كتبه الذكاء الريفى المصرى!

وهكذا لم يكن إنكار الإنجازات والحقيقة على الإطلاق سوى قرار أخلاقى بسيط (تافه) للمؤلفين فى الغرب، وليس نتاجا لعمل جاد من أجهزة نقدية على قدر كاف من المعرفة.

ولو كان طاليس Thales هو مؤلف عنوان بردية راند، لكان الغرب قد وضعه بلا شك في مكان أقرب للخالق نفسه!!

إننا نركز على التاريخ الإنساني نفسه: أول تعريف، واضح، ودقيق، ومحكم للرياضيات كأسلوب علمي للبحث في أمور الطبيعة، هو عمل مصرى أصيل. وسواء أَرْضِي ذلك أم لا الآخرين. فلا بد من البحث عن الحقيقة وحدها وإعلانها.





## ملحق ٢

### طاليس والعلم المصرى

### شواهد قديمة

لم يتلق طاليس (حوالى ٦٤٠ - حوالى ٥٤٧ ق.م) تعليمه سوى من مصر الأفريقية. وطاليس هو فيلسوف ورياضى يونانى من أصل ميلوى milesienne، ويعتبر واحدا من سبعة حكماء وعلماء فى اليونان.

وهو مؤسس المدرسة الأيونية Ionienne للفيزياء والفلسفة، وهى أول مدرسة علمية وفلسفية فى اليونان القديمة، ومن ثم فى أوروبا.

١- ديوجين اللارسي Laerce Diogene (مؤرخ يونانى فى القرن الثالث الميلادى).

"لقد اعتبر (طاليس) الماء هو الأصل فى كل شىء، وأن العالم يموج حياة ويمتلئ بالشياطين Demon. ونحن نقول إنه اكتشف فصول السنة، وقسمها إلى ثلاث فترات كل منها مائة وخمسة وستون يوما. ولم يكن له معلم، ولم يكن قد ذهب إلى مصر وتردد على الكهنة المصريين هناك. وقد أعلن هيرونيموس Hieronyme أيضا أنه قام بقياس الأهرامات مستخدما طريقة الظل، فى اللحظة التى يتساوى فيها ظلنا مع طولنا بالضبط (Vie,I,27).

٢- أفلاطون (فيلسوف يونانى ولد عام ٤٢٨ ق.م، وتوفى عام ٣٤٧ ق.م) "طاليس ابن إكسيمياس Examyas" من ميليه Milet فينيقى حسب رواية هيروdot. أول من حمل لقب الحكيم Sage. والواقع أنه وجد أن كسوف الشمس يحدث عندما يعترض القمر مسار أشعتها، وكان أول يونانى يكتشف مجموعة الدب الأصفر، والانقلاب الشمسى (الصيفى والشتائى) Les solstices، وحجم الشمس وطبيعتها. كما وجد أن الماء أصل العناصر كلها. وقد تلقى تعليمه فى مصر على أيدى الكهنة (الجمهورية X,600 a.Scolie).

٣- بروكلوس Proclus (فيلسوف أفلاطوني "جديد" neo-platonicien ، ولد عام ٤١٠ ، وتوفي عام ٤٨٥). ".... وكما ظهرت الأعداد تماما عند الفينيقيين كنتاج للتبادل التجارى والأعمال، فإن المصريين القدماء هم الذين ابتكروا الهندسة. وكان طاليس أول يونانى يتلقى من مصر تلك المادة نظريا...." (تعليق على الكتاب الأول للعناصر لإقليدس Sur le premier livre des Elements d'Euclide Commentaire 65,3).

٤- بلوتارك Plutarque (مؤرخ يونانى، ولد حوالى عام ٤٥، وتوفي حوالى عام ١٢٥).

"..... كان طاليس ، كما يزعمون، وهيبوقراط الكيوسى de Chios الرياضى، يعملان بالتجارة، وقد غطى أفلاطون نفقات رحلته ببيع الزيت فى مصر." (صولون Solon).

٥- بلوتارك.

يقولون، إنه لكى يتعلم هوميروس وطاليس، فإنهما كانا يقران بأن الماء هو أصل ومبدأ كل الأشياء (إيزيس وأوزوريس، ٣٤).



شكل ١٩٢: طاليس الميلاوى Thales de Milet (حوالى ٦٤٠ ق.م - ٥٤٧ ق.م) بن إكسيمياس Examyas، وهو من أصل فينيقى حسب رواية هيرودوت. درس فى مصر: "إن تقديم الهندسة المصرية فى اليونان وعلى النطاق العالمى ليعزى إلى طاليس....."، ومن المرجح جدا أنه زار مصر، لأنه كان يعمل على صياغة نظرية حول فيضان النيل" ج. بورنيه J. Burnet، فجر الفلسفة اليونانية L'aurore de la philosophie Grecque، (باريس، بايو Payot، ١٩٥٢، صفحة ٤٣، ٤٤).

٦- فلافيوس يوسيفوس Flavius Josephe (مؤرخ يهودى ولد فى القدس عام ٣٧ وتوفى عام ٩٥ ميلادية). "..... تتفق الدنيا بأسرها أن أول من درس الأجرام السماوية مثل فيريسيديوس السيروسى Pherecyde de Syros، وفيثاغورث Pythagore بين شعوب اليونان، كانا تلميذين للمصريين والكلدانيين Chaldeen، ولم يترك سوى كتابات شحيحة...." (ضد أبيون Apion<sup>(\*)</sup>، ١، ٢).

---

(\*) (٢٠ ق.م - ٤٥ م) ولد فى واحة سيوة، نعتوى، وصوفى ومورخ، درس فى الإسكندرية، رأس الوفد الذى توجه الى الامبراطور كالبجولا عام ٣٨ للتكوى صت اليهود. عاش فى روما فترة - المنرحد.

٧- إيتيوس<sup>(\*)</sup> Aetiws (حوالي عام ١٠٠ ميلادية). إنه (طاليس) درس في مصر وعاد إلى ميليه Milet وهو طاعن في السن (آراء I, ٣, ١, Opinions I, 3, 1).

٨- جامليكوس Jamblique (فيلسوف من أتباع الأفلاطونية الجديدة. قام بالتدريس في الإسكندرية، ولد حوالي عام ٢٥٠ ميلادية وتوفي حوالي عام ٣٣٠ ميلادية).

"..... استشار فيثاغورث طاليس بشأن قدومه لمصر وإجرائه مناقشات بقدر الإمكان مع كهنة ممفيس وديوسبوليس Diospolis (طيبة) ، ومنهم استقى كل معلوماته التي عرفتها الأجيال من الحكماء والعلماء أمام أعين الجماهير (حياة فيثاغورث Vie de Pythagore).

٩- هيرودوت (مؤرخ يوناني، ولد في هاليكارناس Halicarnasse حوالي عام ٤٨٤ ق.م - وتوفي حوالي عام ٤٢٠ ق.م) "..... في رأيي أن الهندسة ابتكرت في مصر، وانتقلت إلى اليونان منها...." (التاريخ، II, 9٩, Histoire, II).

١٠- سيمبليكوس Simplicius (فيلسوف من أتباع الأفلاطونية الجديدة ، القرن الثالث الميلادي). "وهو (أرسطو Aristote) يعرض نظرية طاليس الميلاوي التي تقول بأن الأرض تتركز على الماء كقطعة خشب أو شيء آخر لديه القدرة على الطفو طبيعيا فوق الماء. وقد عارض أرسطو هذا الرأي، والذي ربما تعلمه من المصريين في صيغة أسطورة ، وأنه قد استقى مفهومه من هناك....". (تعليق على بحث السماء لأرسطو، ٥٢٢، ١٤, Commentaire sur le Traite du Ciel d' Aristote, 522, 14).

١١- إيتيوس Aetius "كان طاليس يرى أن الرياح الموسمية التي تهب على مصر، هي المسؤولة عن زيادة كمية المياه في النيل، لأنه اتضح أن مياه البحر عندما ترتفع تعمل على حجز فيضانات النيل" (آراء IV, I, I, Opinions IV, I, I).

---

(\*) عرف باسم إيتيوس الأنطاكي Aetius of Antioch - فيلسوف مشائي. Peripatetic - المترجم.

### ملحق ٣

## الأعداد المصرية القديمة من واقع برديات الرياضيات المصادر الرئيسية للرياضيات المصرية

فيما يلي المصادر الرئيسية للرياضيات المصرية القديمة مرتبة هجائياً:

١- بردية أخميم (Akhmim Papyrus, AP) بردية يونانية من العصر البيزنطى متحف القاهرة، كتالوج رقم ١٠٧٥٨.

ج. بأييه J. Baillet، بردية أخميم للرياضيات Le papyrus mathématique d'Akhmim، مذكرات منشورة بمعرفة أعضاء البعثة الأثرية الفرنسية فى القاهرة، IX, fasc. I, Paris 1892. وتشبه البردية، أصل بردية راند Rhind، خمسة وعشرين قرناً بعد ذلك. وتدور حول متوازى المستطيلات القائم الزاوية.

٢- لوحان من الخشب تم اكتشافهما فى أخميم ويغطيان عمليات حسابية.

متحف القاهرة، كتالوج رقم ٣٦٧ ٢٥ و ٣٦٨ ٢٥.

إ. بيت E. Peet الحساب فى الدولة الوسطى Arithmetic in the Middle Kingdom، فى "الصحيفة اليومية للآثار المصرية Journal of Egyptian Archaeology"، لندن، IX، ١٩٣٢، ص ٩١ وما بعده.

٣- بردية برلين (بردية برلين: BP) متحف الدولة ببرلين. كتالوج رقم ٦٦١٩ معادلة من الدرجة الثانية. الجذور التربيعية.



هـ. شاك - شاكنبورج H.Schack-Schackenburg، بردية برلين ٦٦١٩  
في مجلة اللغة المصرية Zeitschrift für ägyptische  
Sprache (برلين) ٣٨، ١٩٠٠ ص ١٣٥ وما بعده.

هـ. شاك - شاكنبورج H.Schack-Schackenburg، القصاصة الصغيرة  
من بردية برلين Das Kleinere Fragment der Berliner Papyrus ٦٦١٩،  
في "Zas" برلين ٤٠، ١٩٠٢، ص ٥٥-٦٦.

٤- لفة من الجلد حول الرياضيات المصرية  
(Egyphian Mathematical Roll: EMLR) المتحف البريطاني (لندن)  
رقم ١٠٢٥٠ سلسلة في نسخ من ٢٦ مجموعة مكتوبة في صيغ من الكسور  
والجداول القياسية للكسور الأحادية س. ر. ك. جلانفيل S.R.K. Glanville،  
اللفافة من الجلد للرياضيات في المتحف البريطاني في "الصحيفة اليومية للأثار  
المصرية" لندن، الجزء ١٣، ١٩٢٧، ص ٢٣٢-٢٣٨.

٥- بردية كاهون (Kahun Papyrus:KP).

المتحف البريطاني في برديات كاهون IV.2.IV.3.XLV.1,LV.3،  
et LV.4. اكتشفها و.م. فليندرز بيتري W.M.Flinders Petrie في كاهون عام  
١٨٨٩. حساب الحجم للإسطوانة. حساب. معادلة من الدرجة الثانية. الجذور  
التربيعية.

ف. ل. ١. جريفيث F.L1.Griffith، برديات بيتري. برديات هيراطيكية  
Hieractic Papyri من كاهون وجوروب Gurob (من الدولة الوسطى بصفة  
رئيسية)، لندن، University College، ١٨٩٨.

٦- بردية ميتشيجان (Michigan Papyrus).

مجموعة جامعة ميتشيجان. آن آربور Ann Arbor، مجلد III بردية رقم  
٦٢١، ١٤٦.

٧- بردية موسكو (Moscou Mathematical Papyrus) متحف الفنون الجميلة في موسكو (متحف بوشكين) رقم ٤٦٧٦.

مشتراه من طيبة في عام ١٨٩٣ بمعرفة فلاديمير جولينيشيف Wladimir Golenischeff. الطول الكلي في الأصل ٥٤٤ سم.

وتحتوي البردية على ٢٥ مسألة: حسابات تركيب عناصر تصنيع البيرة، معادلات من الدرجة الأولى، مسائل في الهندسة، ثم حساب حجم الهرم الناقص (رقم ١٤) ومساحة نصف الكرة (رقم ١٠). وقد كتبت تلك البردية حوالي عام ١٨٥٠ ق.م.

ف.ف. شتروفي W.W.Struve، البردية الرياضية في المتحف القومي للفنون الجميلة في موسكو - Mathematischer Papyrus des Staatlichen-Museums der schonen Kunste in Moskau، موجودة في مصادر ودراسات في تاريخ الرياضيات " Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik " السلسلة A، المجلد ١، برلين، ١٩٣٠، XII - ١٩٧ ص ١٠ pl.

٨- بردية رايزنر Reisner Papyrus: RP.

متحف الفنون الجميلة، بوسطن، ماساتشوستس رقم ٣٨ ٢٠٦٢.

وكانت تلك البردية مقسمة إلى ١٧ قسما. ويرجع تاريخها لعصر سيزوستريس الأول (١٩٧١-١٩٢٨)، الأسرة الثانية عشرة. وقد عثر عليها ب. جورج رايزنر عام ١٩٠٤ في نجع الدير، بالصعيد وتضم حسابات أساسات معبد، بالنسبة لحجم الحج، ومخططات الأسقف والجدران، والخنادق والممرات... إلخ. وتحتوي تلك البردية على أعداد كبيرة حتى ٤٠٥٦٦,٣٩٥٤٨.

و.ك. سيمبسون W.K.Simpson. بردية رايزنر I (١٩٦٣) II، (١٩٦٥) III، (١٩٦٩)، بوسطن، متحف الفنون الجميلة.

٩- بردية راند (بردية راند للرياضيات: RMP).

المتحف البريطاني، رقم ١٠٥٧ و ١٠٠٥٨.

تم شراؤها بالأقصر عام ١٨٨٥ بمعرفة محام اسكتلندي شاب اسمه هنري أ. راند Henry A. Rhind (١٨٣٣-١٨٦٣). وقد تم استنساخ اسم تلك البردية بمعرفة أحمد Ahmes حوالي عام ١٦٥٠ ق.م من نص قديم يرجع إلى الدولة الوسطى (في عصر امنمحات الثالث، النصف الثاني من القرن ١٩ ق.م) وقد حفظت عدة قصاصات من تلك البردية في الجمعية التاريخية بنيويورك، تحت رقم ٢٦٥.

الطول الكلي الأصلي لتلك البردية ٥٤٣ سم، وتحتوي على حلول لكسور ذات بسط، ومسائل حسابية ومسائل في الجبر، وفي المتواليات الحسابية والهندسية، وأحجام وسعات الإسطوانات، ومتوازيات المستطيلات، والمستطيلات، والمكعبات، والمساحات (المربع، الدائرة، المستطيل، شبه المنحرف، المثلث...إلخ)، وحساب المثلثات (زوايا الميل للهرم، وزاوية ميل المخروط)، تربيع الدائرة، في القيم النسبية للمعادن النبيلة (الأحجار الكريمة)، تقسيم العدد إلى أجزاء غير متساوية، وفي النسب الحسابية.

ومنها يستخرج عدد المصطلحات، والمنطق، والمجموع...إلخ.

ت. إ. بيت T.E. Peet "بردية راند الرياضية The Rhind Mathematical Papyrus"، المتحف البريطاني ١٠٠٧ و ١٠٠٥٨، ليفربول، ولندن، Hodder & Stoughton، ١٩٢٣، 1vol. in-folio, 135p.، ٢٥ لوحة (نسخ البردية).

تلك هي أشهر بردية رياضيات فرعونية، وأكثرها اكتمالا أيضا.

وكان أ. أيزنلور A.Eisenlohr هو الذى وضع الترقيم ل ٨٧ مسألة فى بردية راند (فى عام ١٨٧٧) من ١ حتى ٨٧: وكان ذلك الترقيم هو المتبع منذ القرن التاسع عشر.

قواعد اللغة المصرية القديمة، الفصل التاسع تدوين الأعداد الكسرية.

HIÉROGLYPHIQUES	HIÉRATIQUES	MOT ÉGYPTIEN CORRESPONDANT.	VALEUR.
		ⲙⲣⲉ ⲙ̄,	Le tiers.
		ⲙⲣⲉ ⲙ̄,	Le quart.
		ⲙⲣⲉ ⲙ̄,	Le cinquième.
		ⲙⲣⲉ ⲙ̄,	Le sixième.
		ⲙⲣⲉ ⲙ̄,	Le septième.
		ⲙⲣⲉ ⲙ̄,	Le huitième.
		ⲙⲣⲉ ⲙ̄,	Le neuvième.
		ⲙⲣⲉ ⲙ̄,	Le dixième.
		ⲙⲣⲉ ⲙ̄,	Le onzième.
		ⲙⲣⲉ ⲙ̄,	Le douzième.

وهكذا.....

شكل (١٩٣): صفحة من كتاب قواعد اللغة المصرية لشامبليون (باريس، ١٨٣٦) وهو أول كتاب عن قواعد اللغة المصرية فى العصر الحديث والمعاصر. وكلن شامبليون قد افتتح أول مقرر فى علم المصريات للجمهور فى ١٠ مايو ١٨٣١ فى الكولج دى فرانس.

		Reiner	MMF	KP	EMLR	KMF	Berlin
I	1	I	.	1	I	. I	1
II	2	U	4	U	U	- U	11
III	3	III	~	14	14	- 14	111
IIII	4	~	~	14	- -	- -	1111
IIII	5	~		7	7	7	11111
IIII	6	~	3	11	~ 3	~ 2	111111
IIII	7	~		2	2	2	1111111
IIII	8	=		~	=	=	11111111
IIII	9	~		~	~	~	111111111
~	10	I	1	I	I	I	1
~ ~	20	U	1	1	1 1	1	
~ ~ ~	30	U			1	1	
~ ~ ~ ~	40	U	~		~	~	
~ ~ ~ ~ ~	50	U			1	1	
~ ~ ~ ~ ~ ~	60	U		~	~	~	
~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	70	U			1	1	
~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	80	U		~		~	
~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	90	U			~	~	
~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	100	U	1	~	~	~	
~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	200	U		~	~	~	
~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	300	U		~	~	~	
~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	400	U			~	~	
~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	500	U		~		~	
~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	600	U				~	
~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	700	U				~	
~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	800	U				~	
~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	900	U				~	
~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	1000	U		~		~	
~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~	2000	U				~	
~ ~	3000	U				~	
~ ~	4000	U				~	

شكل (١٩٤): الأعداد المصرية القديمة طبقا للبردية الرياضية (ريتشارد ج. جيللينجز Richard J. Gillings، الرياضيات فى زمن الفراعنة، نيويورك، منشورات دوفر، ١٩٨٢، ص ٢٥٥، ٢٥٦.



## ملحق ٤

### الهندسة والأنتروبولوجيا الفيزيائية للجمجمة (كيرانيوميترى craniometrie) الهندسة الخاصة بالجمجمة عند قدماء المصريين وشعوب المانجبوتو فى زائير

#### ١- الفن فى عصر العمارنة amarnienne.

كان التفكير فى عصر العمارنة، والذي منطقه أخناتون (١٣٧٢-١٣٥٤ ق.م) يعتبر نمو الحياة وخصوبتها، وديناميكيته الأولى للخالق. ومن ثم كان الفن فى تلك المرحلة هو الآخر "واقعيًا" و"انطباعيًا". ولم يكن هناك سوى الفنانين ليعبروا عن تلك اللحظات المعاشة بكل كثافتها وكياناتها غير المحسوسة .impalpable.

وقد تميزت اللغة التشكيلية لتلك الفترة برسومات سريعة فى انفعال وعصبية، مع استعمال شبه دائم لأسلوب النحت البارز relief فى التجويفات، والتدفق الغنائى للأقواس والمنحنيات، والتلاعب فى حيوية بالضوء على أغوار الملامح.

#### ٢- اتخذ الجسم الإنسانى ملامح فنية وهندسية على نحو خاص:

- المبالغة فى الملامح البشرية.
- ليونة وانسيابية الأعضاء (أصبحت الأصابع أكثر استطالة).
- استطالة الجمجمة لإعطائها شكلا بيضاويا أو إسطوانيا.

- بروز عظمة الكتف "الترقوة Clavicule".
- ثقب الأذن، أفراد حاشية البلاط مثلهم في ذلك مع الحكام العمارنة أنفسهم.
- وجود ثنيتين مميزتين في الرقبة غالبا.

٣- وقد وجدت نفس المفاهيم الجمالية للعمارنة، عند شعوب المانجبوتو Mangbetu في شرق زائير.

ونورد هنا شهادة د. ج. شفاينفورت D.G.Schweinfurth (١٨٧٥):

"... عند المومبوتو Momboutous (المانجبوتو)، نجد أن تسريحة الشعر هي نفسها عند الذكر والأنثى. فهم يرفعون قمة الشعر خلف الرأس لتكون كعكة "شينيون chignon" إسطوانية الشكل، إلا أنها بقاعدة مربعة. والقلنسوة مزينة بريش النسر الصقر (.....).

وتمتد تلك القلنسوات على الخط القطري للكعكة. وإذا ما أضفت لتلك التفاصيل أن صيوان الأذن مثقوب بحيث يستقبل عودا صغيرا في حجم السيجار، فقد يمكنني وصف كل ما تسمح به تلك الطريقة للمانجبوتو ، فهي طريقة جبرية لا يمكن لأحد أن يقوم بتعديلها تعديلا حقيقيا....." (د. جورج شفاينفورت: في قلب أفريقيا Au Coeur de L'Afrique ١٨٦٨-١٨٧١. رحلات واكتشافات في المناطق المجهولة لأفريقيا الوسطى.

Voyages et decouvertes dans les regions inexplorees

de l'Afrique centrale، ترجمة ه. لورو H. Loreau.

باريس، هاشيت، المجلد II، ١٨٧٥، ص ٩٢-٩٣، وتوجد نفس التفاصيل في مصر العمارنة: تسريحة شعر تعطى للرأس شكلا بيضاويا أو إسطوانيا ، مع ثقب شحمتي الأذن.

٤- ولكن هناك أيضا فن معالجة الجمجمة *traitement du crane* نفسها لإعطائها الشكل البيضاوى أو الإسطوانى.

وتصنف الأنثروبولوجيا الفيزيائية شعوب المانجبتو من بين مجموعة "الدماغ المتوسطة" *mesocephale*: مقياس (أو رقم بيانى *indice*) للدماغ يبلغ ٧٧، وقامة تصل بسهولة إلى ١,٧٥متر (س. ج. زيليجمان C.G.Seligman أجناس أفريقيا *Les races de l'Afrique*، باريس، بايو Payot، ١٩٣٥) وقد أضاف دينيكر Deniker بعض المعلومات الدقيقة:

".... وتذكرنا قبائل نيام نيام *La Niam Niam* (الأزاندى *Azandi*)، وشعوب المانجبتو فى هيتهم البدنية بالاثيوبيين، ورغم ذلك، فإن عملية ترشيح الدم الزنجى - النبلى *Negre-Nilotique* تظهر لديهم بالتساوى وهم أفراد حضارة تتميز تماما بخصائص عديدة للحياة المادية: أساور لولبية، أسلحة خاصة مستعارة من المصريين (فى جزء منها)، وربما استعاروا أيضا قيثاراتهم وسريرهم، إلى جانب مشغولات أخرى، وهم زراع يعملون بالفلاحة ويستخدمون الفئوس أيضا..." (ج. دينيكر أجناس وشعوب الأرض *Les races et les peuples de la terre*، باريس، ماسون *Masson* وشركاه، ١٩٢٦، ص ٥٤٠).

ولا يتعلق الأمر باستعارة فقط، بل بوثنائق قبرى عميقة، أبرزتها إليزابيث لافون *Elisabeth Laffont*، حول الكوردوفان الكونغوليين. بقاء آلات القيثارة من مصر القديمة بين شعوب الكوردوفان والمانجبتو، *Des cordophones congolais*.

*Suivre des harpes de l'antique Egypte dans les cordophones zande et mangbetu.*

فى "فنون أفريقيا السوداء *Arts d'Afrique noire*".

(Villiers-le-Bell ، فرنسا) رقم ٦ ، ١٩٧٣ ، ص ١٦-٢٣ ، مزود  
بالصور.

٥- وتؤكد مفردات اللغة في ترتيبها المعجمي وشائج القربى الثقافية  
والبيولوجية الموجودة بين الشعبين المصري والمانجبتو:

مصر القديمة (وادي النيل) المانجبتو (شمال وشرق زائير)

وب ا wpi (يفتح) أبو apu يفتح، مفتوح الفم  
(متثائب)

اب ا iba ، اب ا iba ، ويا أو بو obe (يرقص)، ولوف  
yiba (يرقص) wolof: ييا yiba (يرقص)

إد3d ، اد ad (يلوث، يفسد) أدا ada (يفسد)  
pourir

م m مثل comme بالقبطية مو mu مثل comme  
mmo

دوبا dupa فرس النهر دب فرس النهر  
(p-b\d-d)

الحروف الهيروغليفية ط، قدم بي be ضربة قدم على  
الأرض (b\b قدم) pied

بيت bit نحلة، عسل نحل بو bo عسل نحل  
بالقبطية ebio

نو nw ، يرى voir أنيا ania يرى  
Regarder بالقبطية نو naw  
Neu ، نو ، eno

م ر ي، يحب aimer يرغب أو مو omu "يحب"

desirer في القبطية مير مو ami "صديق"

mere، مي me، mei، مي

mi

ك ا، ك ا، وهكذا، أيضا ka إذن donc

ainsi aussi بالقبطية ك و ke



امرأة من المونبوتو شمال - شرق  
زائير عن ج. شفاينفورت  
G.Schweinfurt (مرجع سبق ذكره  
ص ٩٢).

مصر (وادي النيل)

شكل ١٩٥: الهندسة والاثروبولوجيا الفيزيائية للجمجمة، مصر وبلاد المانجبوتو (شمال - شرق زانير)



إذا ما عقدنا مقارنة بين ذلك التمثال الصغير لنفرتيتى والذي نحتته كبير النحاتين توتموس Touthmosis (توتموزيس)، وحاليا بمتحف المصريات ببرلين، وبين تلك المرأة من قبائل المانجبوتو، سنجد أن تسريحة الشعر هى نفسها بالضبط: وكان المانجبوتو يتبعون تقاليد عتيقة منذ الأسلاف وهى تسريحة الشعر على ذلك النمط الخاص جدا (الرأس بارزة تحت الضوء الساطع فى الفراغ).



مصر (وادی النيل)



المانجبوتو

(حوض نهر الكونغو الأعلى Haut-Ouelle شعب - شمال - شرق الكونغو البلجيكي)

يعمد المانجبوتو على استطالة الجمجمة بواسطة عصرها على نحو دائرى. constriction circulaire. ويذكرنا شكل الجمجمة الجانبى بتمائيل مصرية قديمة معينة تصوير الكولونيل زاجوروسكى Zagourski. ليوبولد فيل شمال - شرق - زائير (عن س. ج. زيليجمان C.G.Seligman، مرجع سبق ذكره. لوحة ٦ بين ص ٨٠ ، و ٨١).

شكل ١٩٦: الهوية بين المرأتين، يبدو التماثل بين رأس أميرة من العمارنة وسيدة من المانجبوتو، مدهشا فى الواقع: الجمجمة ضخمة وممتدة، وشحمة الأذن مثقوبة فى كليتهما. ونفس الشئ فى معالجة القذال occiput (القفا) ..... إلخ. إن الوشائج أمامنا واضحة هنا: وهو ما يتبعه المنطق، إلا أنهم يلجئون بالباطل (الغرب) وينفون تلك الصلات، الفريدة على مستوى العالم .... !!

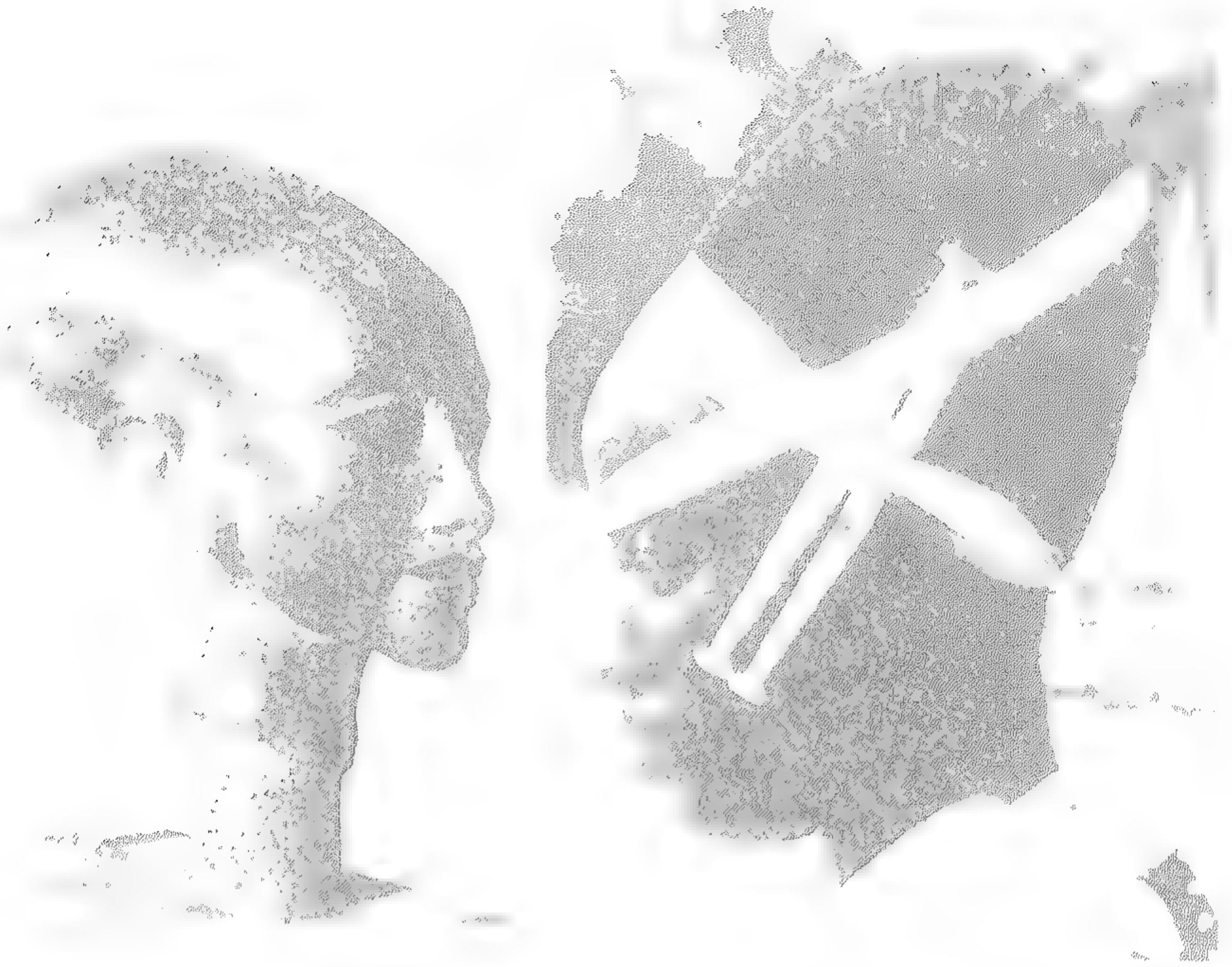


شكل ١٩٧: أميرات العمارنة نفير نفوراتن - تاشيريت  
Neferneferuaten-Tasherit ونيفيرنفيرو Nefernerure. منظر يظهر روح  
التعاطف والمحبة. لاحظ هندسة الجماجم. أكسفورد. متحف الأشمول  
Ashmolean Museum.



نيتولو وبونزا Netolou et Bounza.

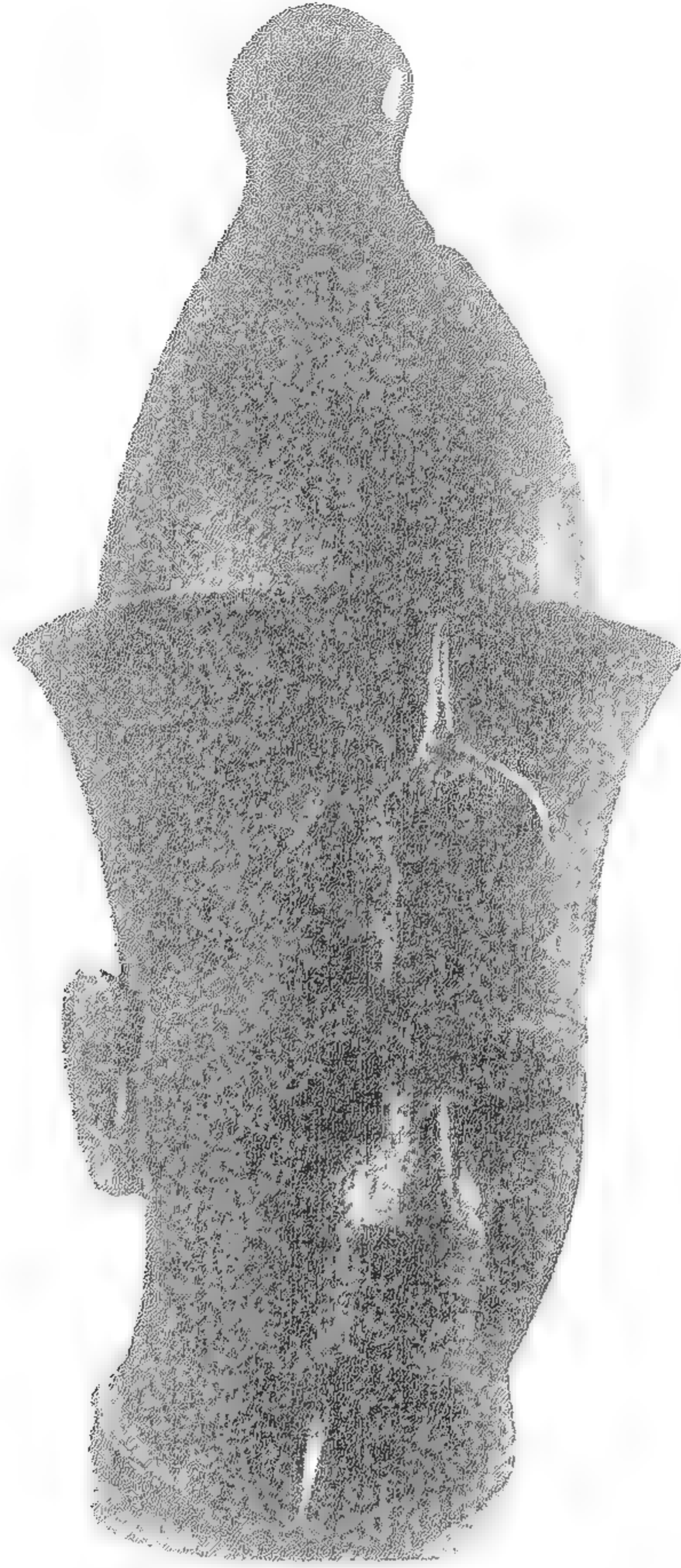
الأمير بونزا من المانجبوتو وخطيبته. منظر يظهر روح المحبة. لاحظ  
هندسة الجماجم (عن ج. شفاينفورت G.Schweinfurt، مرجع سبق ذكره ص  
٥٣).



شكل ١٩٨: - إلى اليسار - رأس أميرة من العمارنة من عمل رئيس  
النحاتين توتموس Toutmosis. متحف القاهرة JE44870 .

- إلى اليمين - أميرة من رواندا. حقيقة أفريقية حية، ويمكننا عقد مقارنة  
بها مع فن العمارنة. وهنا تبدو الوشائج على نحو متفرد ويغشى ضوءها البصر.  
(تصوير J.Hiernaut).





شكل ١٩٩: رأس تمثال ضخيم لتحوتمس الثالث Thoutmosis III.

(١٥٠٤-١٤٥٠ ق.م). المتحف البريطاني ( Northern Egyptian  
(Gallery , Bay 2 , n°360).

وصلت الإمبراطورية المصرية لأوج مجدها واتساع رقعتها تحت حكم ذلك  
الفرعون، من الشلال الرابع للنيل حتى نهر الفرات. وكان الأمراء السوريون،  
والفلسطينيون، والميتينيون mitanniens، والحيثيون.... إلخ، يدفعون الجزية  
للفراعون الأفريقى.





## ملحق ٥

### بعض المبتكرات الهندسية لمصر القديمة

- نظام العد العشري:
- الهندسة، وقد ولدت من الأعمال المساحية للأراضي والتأملات النظرية للكتاب.
- علم المساحة.
- طريقة شبكات التربيعة quadrillage (التشابه والتماثل) ويقال لها طريقة المربعات .
- الحساب الدقيق لمساحة المربع، المستطيل، المثلث، الدائرة.
- الهرم فى الرياضيات والعمارة.
- التماثل (توافق نتيجة ترتيبات معينة والنسب المنتظمة).
- الحساب الدقيق لحجم الهرم الناقص.
- النسبة الذهبية فى العمارة.
- الحساب الدقيق لحجم الإسطوانة.
- العمود.
- السلسلة.
- متاهة un labyrinthe (هيرودوت ، II ، ١٤٨): بناء متفوق على كل الإنشاءات والإنجازات المعمارية التى أنتجها اليونانيون.

- تربيع الدائرة.
- حساب المثلثات: حساب زاوية ميل الهرم (la seked).
- الحساب الدقيق لمساحة نصف الكرة.
- معرفة القطاع المستوى للكرة (صفة في اللغة المصرية نفسها).
- الساعة المائية la clepsydre والتي هي على شكل أنية مخروط ناقص: أقدم الساعات في تاريخ البشرية.
- الحساب الدقيق لمساحة شبه المنحرف.
- المساقط الأفقية المرسومة بدقة طبقاً لمقياس رسم للمنشآت المعمارية ، مع إشارات للمقاييس.
- الرسم الهندسى للدائرة باستخدام الفرجار أو حبل.
- تقسيم الدائرة إلى مثلثات لا متناهية بحيث يكون مركز الدائرة هو قمته المشتركة.
- الفهم الشامل لثبات تساوى مساحات الدوائر والمربعات ، والتي تكون النسبة بين أقطارها والأضلاع  $9/8$  : وهذا الرقم الثابت عبارة عن نسبة هندسية يمكن مقارنتها بالنسبة التقريبية  $\pi$ ، والعلاقة الهندسية بين المساحة وبين نصف قطر الدائرة.
- المثلث القائم الزاوية (الكوس l'equerre) لتحديد الخط الأفقى للسطح.
- ميزان البناء fil a plomp لمراجعة العمودية فى الجدران.
- الشادوف (تطبيق على الرافعة ذات الأذرع غير المتساوية).
- السلم الدوار ذو العجلات الدوارة (الدولة القديمة).

- الذراع الملكية المدرجة وبها تدريجات لوحداث أصغر للقياس.
- طرق رسم الخرائط المساحية (طريقة التطابق والمسافات).
- وضع المصريون مسألة حساب مساحة القطع الناقص (طبقا لبوركهارت L.Borchhardt ١٨٩٦).
- حساب المنحنى.
- المجهودات التى بذلت لصياغة رؤية فكرية محكمة ودقيقة للكون (عنوان بردية راند).
- وضع المهندسون والجغرافيون المصريون أساسا لمساحة كل إقليم من أقاليم الدولة (بيير مونتيه Pierre Montet، ١٩٦٤).
- كان المصريون يحسبون رياضيا على وجه التقريب مساحة بلدهم وحدودها: وكانوا يعرفون على وجه العموم أن الوجه القبلى بطول ٨٦ أتور atours، والوجه البحرى ٢٠ أتور<sup>(١)</sup>: وكانت وحدات قياسات المساحة هى السيتات<sup>(٢)</sup> setat وتساوى ١٠٠ ذراع مربع، والألف من الأرض ذات ١٠٠٠ ذراع مربع، والأتور، وهو مربع طول ضلعه يساوى أتور atour (بيير مونتيه Pierre Montet، ١٩٦٤).
- كان يتم وزن المعادن، والحبوب بما يساوى الصاع الفرنسى boisseau: لقد ابتكرت قياسات الأحجام وقياسات الأوزان.
- كان نظام الرسم systeme graphique يؤدي بسهولة عمليات الضرب والقسمة.

(١) الأتور atour: مربع طول ضلعه ١٠٠ ذراع ملكى. وكان يساوى تقريبا ٢٧٣٥,٢٩ مترمربع - المترجم.

(٢) السيتات setat: كانت تساوى ١٠٠ ذراع مربع - المترجم.

- ورغم ذلك فقد أثبتت النتائج الدقيقة أن فكرة الإثبات بالمفهوم الرياضى، موجودة ضمن المصطلحات العلمية المصرية (سيتى sity أو سمت ssmt بمعنى إثبات أو برهان).

- كانت معانى الأعداد والعلاقات بينها معروفة (نكت nkt، "العلاقة بين الأعداد").

- قام المهندسون والمعماريون والمهندسون الذين بنوا الهرم الأكبر بتحديد مقاساتهم بمساعدة المثلث القائم الزاوية وهو المعروف عند قدماء المصريين باسم المثلث المقدس ذو الأضلاع ٣، ٤، ٥ (المثلث المصرى): وتعطى العلاقة بين الارتفاع ونصف القطر للقاعدة رقما قريبا من النسبة التقريبية Pi (لأول مرة فى التاريخ).

- كان المصريون هم الذين ابتكروا تقويم الـ ٣٥٦ يوما ، مع خمسة أيام إضافية ؛

- تتجه الأهرامات نحو الشمال، بدقة مذهشة: ومثل تلك الدقة لم يكن من المستطاع تحقيقها من خلال الملاحظة الفلكية.

- كانت طقوس المعابد والشواهد المعمارية المقدسة الأخرى (الاحتفال بوضع حجر الأساس) ابتكارا مصريا خالصا: فكان واضع الأساس يقف فى مواجهة مجموعة الدب الأكبر بكل دقة، وهى مجموعة الكواكب المميزة للسماء الشمالية Sept Septentrional، ثم يشير إلى النجم القطبى، والتى كانت أيام الدولة القديمة تمثل ألفا التتين L'alpha du Dragon، ويقوم واضع الأساس برسم اتجاه الجنوب - الشمال على الأرض عندما يجد النجمة ألفا alpha.

- ارتبط البحث عن النجمة مع التأليه فى بناء المعبد مما كان يسمح معه بعد ذلك بوضع علامات على الأرض التى وقع عليها الاختيار ، تشير إلى الزوايا القائمة الأربع للمبنى.

- لقد عرف المصريون كروية وحركات كوكب الأرض (كانت النجوم الجو قطبية circumpolaires (الواقعة حول أحد قطبي الأرض أو السماء) تدور حول القطب السماوى pole celeste.

- ويشير هيروغليف، V9 فى قائمة جاردنر Gardiner، إلى تمثيل تخطيطى للعالم: "... فهو يتكون من محيط منخفض إلى حد ما، الذى يعتبر حدا تشرق منه الشمس، يترسخ فى مكانه على حاجز محدب قليلا عند المنتصف، والذى هو الأرض..." (بيير مونتيه Pierre Montet، مصر الخالدة L'Egypte Eternelle، باريس، فايارد Fayard. ١٩٧٠، ص ٢٣٣، الطبعة الأولى بالإنجليزية ١٩٦٤).


- وفى العصر الصاوى Saite، وبلا شك قبل أن يعرف المصريون الأمطار على جبال بونت de Pont (الحبشة Abyssinie، أثيوبيا Ethiopie) فإنهم عرفوا فيضان النيل، وهو نفس ما أو رده هيرودوت كشرح بسند علمى ضعيف (هيرودوت، II، ٢٢).


- الرحلة التى أمر بها نيخاو Nechao للدوران حول أفريقيا والتى استغرقت ثلاث سنوات.




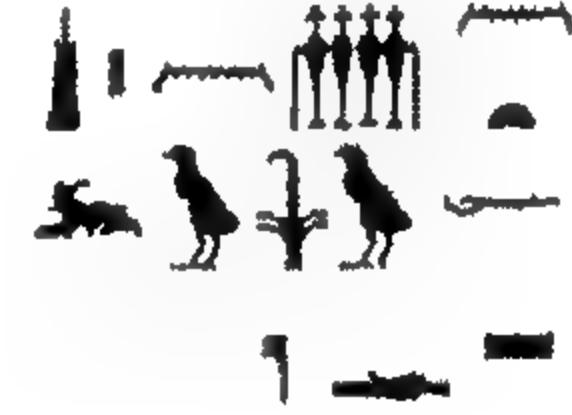


## المفردات الهندسية (الفنية) المصرية

—  إو، أو، "طول" (مسافة، مسقط أفقى، شكل).


 إ ح ت، أحيث، "مسقط أفقى" (جزء من)؛ "سطح، مساحة، مسطح".

 أون، أو ون، "مخروط"، "عامود"، "قائم".

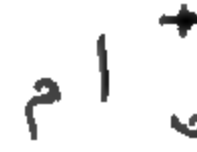


 أون ن ح ن ت، "خشب" (العامود، المسلة).

 اوس و، أو وسو، "ميزان" يدوى.


 ا ف د، أفيد، "مستطيل"، "شكل مربع الأضلاع"، "مربع"، "معين"، "متوازي مستطيلات"، حسب الحالة.

 ا ف د ن إ ح ت، "شكل مربع الأضلاع".

 ا م د ر، اميدجير، "انحدار"، "منحدر".

 ا ن ب، انيب، "حائط".

 ا ن ر، انير، "كرة".

 س إ، ساء، "عامود"، "قائم" (ليس مخروط الذى يقال له أو ن).

 س ك إ، سكا، "حبل" (قياس الأراضى).

س د، سدج، "قطاع مسطح من الكرة"، الدائرة الأكبر من الكرة.

وات، أو ات، "حبل" (قياس الأراضي).

واد، أو ادج، "عامود بردي الشكل".

ووح، أو كى، "عامود".

ت ب وت، "قاعدة" (الهرم).

وس ح، أو سكح، "عرض".

وت س، أو تشس، "وزن" (البضائع، المنتجات).

ب ت، "آنية" ببيضاوية الشكل.

ب س ح، بسح، "حوض" (رى).

ب ن ب ن ت، بينبينت، "هرمى".

ب إد، بادج، "مخروط" بخور، مرهم.

ب ر ح رى، "أعلى بناء".

ب ر ا م وس، بيرى ام أو س، "ارتفاع" (هرم).

ب ح إ، بيكى، "تبليط"، "بلاط".






ب د. بيدج، "ترخية حبل" (قياس الأراضي).










م إ ك ت، ماكت، ماكيت، "سلم".





م وت، "أوزان".

م ر، مير، "هرم".

ح ك ت ن ت م ر، حيكيت نيت مير، "جزء من الهرم"، "هرم ناقص".

 م ر ي ت، ميريت، "ارتفاع" (مثلث).  
 م ر ر ت، ميريريت، "طريق"، "حي" التماثيل.  
 م ح إ ت، ميكحات، "ميزان" على محور.  
 ن و ح، "حبل" (قياس الأراضي).  
 ح ت ن ن و ح، "جزء من حبل" بين عقدتين يساوي ١٠٠ ذراع،  
 "حبل مشدود".

 ن ب ت، نبييت، "تصف الكرة".  
 ن ب إ، نيبا، "شاخص"، "وتد".  
 ر، ار، "جزء"، (كسور).  
 ر، ار، "كسور".  
 ر - س ت إ، ار - سيتا، "منحدر".  
 ر م ن ي، ريميني، "ذراعا" الميزان؛ "جانبى" سلم.  
 ر م ن ا، ريميني، "يوازي"، "يساوي" (ميزان).  
 ر ح ت، ريكحيت، "رقم" (رياضيات).  
 ر ك و، ريكو، "اتزان"، "ميل" الميزان للوصول  
 للاتزان.

 ح إ ت ر ف، "حجم" (محتوى).  
 ح ن ك و، حينيكو، "طبق" الميزان.  
 ح ر - ا ب، "منتصف" خط المستقيم، قطاع، ارتفاع.  
 ح ر و، حيرو، "قمة" المخروط.

٧١٢ ح ر ى، حيرى، "قاعدة صغيرة"، "قاعدة كبيرة" (الهرم الناقص).

٧١٣ ح ك ت، حيكيت، "جزء" (من المسقط الأفقى)، "قطاع" (جزء أو مسطح، شكل مسطح، مجسم مقطوع).

٧١٤ ح ت، كحيت، "الحقيقى"، "العالم الحساس"، "الطبيعة".

٧١٥ ح إ ا، كحاي، "قياس".

٧١٦ ح إ ى، كحايى، "خيطة عمودى".

٧١٧ ح س س، كحيسيس، "زاوية".

٧١٨ ح ر ى، كحيرى، "قاعدة كبيرة" (هرم ناقص): القاعدة الصغرى أمام القاعدة الصغيرة ح ر ى؛ تكون القاعدة الكبرى.

٧١٩ س ب د ت، سيبيديت، "مثلث".

٧٢٠ س ح و، سيكحو "عرض" (الطول كان إ و، أو).

٧٢١ س ك د، سيكيد، "شوكة"، "ميل" (هرم، مخروط)، "زاوية ميل، ميل".

٧٢٢ ش إ، شأ، "مسافة"، "حجم".

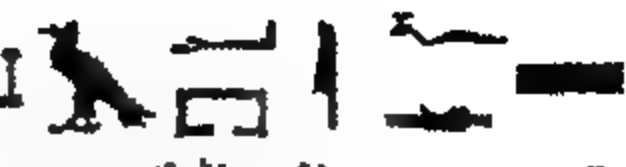
٧٢٣ ش ن و، شينو، "محيط دائرة".

٧٢٤ ش إ ت، شات، "قطر".

٧٢٥ س ت و ت ى، سيتوتى، "العامود"، (ارتفاع الهرم الناقص)؛ "حجم" (سعة، محتوى).

٧٢٦ ش إ د ب ن، شأ ديبين، "إسطوانة دائرية مستقيمة"، "إسطوانة"، "صلب إسطوانى".



متوازي" حسب الحالة.  ش إ ا ف د، شأ أفيد، "منشور مستقيم"، "مكعب

س ن ت ت، سينيتيت، "قاعدة" مخروط.

د ب ن، ديبين، "دائرة".

إ ح ت د ب ن، أحييت ديبين، "مساحة الدائرة".


ك إ ت، كات، "ارتفاع".

ك إ ي، كاي، "ارتفاع" مخروط.

ك ن ب ت، كينيبيت، "زاوية مستقيمة".

ج س، جيس، "ناحية"؛ "نصف"، "منتصف".

ت ب، تيب، "مسألة"، "مثال" (رياضيات).

ت ب - ح س ب، تيب  - حيسيب، "طريقة صحيحة".

ت ح، تيكح، "ثقل" الميزان.

ت ح ن، تيكحين، مسلة.

ت م إ <sup>1</sup> A، تجيما، "تقويم الأملاك".

ت ب - ر، تيب - ار، "شعاع" (دائرة)؛ أحيانا "قطر".

ت ب - ر، تيب - ار، "قاعدة" مثلث.

د ب ح، ديبيح، "كليبيسير"، "ساعة مائية"؛ وعاء منقوص، مخروط ناقص.

د و، دو، "توتيد، تثبيت، وضع".

د إ د إ، دجادجا، "قمة".



## فهرس الأشكال والصور

- ١- طقوس وضع أساس المعبد (الخط المستقيم).
- ٢- بردية نحيمسوموت (خطوط مستقيمة ومتوازية).
- ٣- جدار لسور مبنى على شكل المنحنى الجيبى (مسار منحنى متناوب).
- ٤- قياسات الطول عند قدماء المصريين (أجزاء من الجسم البشرى).
- ٥- نحت بارز للمقاييس من العصر اليونانى (الجسم البشرى).
- ٦- مقياس الذراع الملكى المصرى.
- ٧- مقياس الطول فى حضارة ما بين النهرين.
- ٨- مسطرة نجار مقسمة إلى أجزاء الإصبع.
- ٩- عملية قياس (طيبة، رقم ٣٨).
- ١٠- عملية قياس (طيبة، رقم ٦٩).
- ١١- عملية قياس (طيبة، رقم ٥٧).
- ١٢- تمثال سينينموت، راكعا على ركبتيه "فى هيئة مساح الأراضى"  
(اللوfer E.1157).
- ١٣- تمثال بيننحریت، راكعا على ركبتيه (القاهرة ٧١١).
- ١٤- تمثال أمنمحات سيرر، راكعا على ركبتيه (القاهرة ٤٢١٢٨).
- ١٥- سلسلة المساح.

- ١٦- نحت الأحجار بمقاييس دقيقة (طيبة، المقبرة رقم ١٠٠).
- ١٧- تفصيل من السقف الفلكي لمقبرة سينيموت (دوائر).
- ١٨- صناعة العملات (الأسرة الثامنة عشرة).
- ١٩- أنواع العجلات في الحضارات القديمة (ج.هـ.بريستد).
- ٢٠- نحت غائر من الحضارة الآشورية (العجلة الآشورية).
- ٢١- نحت غائر من الحضارة المصرية (العجلة المصرية).
- ٢٢- دائرة وقطر (طاليس).
- ٢٣- مثعب siphon (المتحف البريطاني).
- ٢٤- كوس الزاوية القائمة الخاص بسينيد جيم (القاهرة ٢٧٢٥٨).
- ٢٥- أداة الخيط بالتقل الرصاص الخاص بسينيد جيم ( القاهرة ٢٧٢٦٠).
- ٢٦- قالب لصب الطوب (الأسرة الثانية عشرة).
- ٢٧- قالب لصب الطوب (الأسرة الثامنة عشرة).
- ٢٨- حديقة ومساحة مائية مستطيلة (الأسرة الثامنة عشرة).
- ٢٩- تابوت الملك منقرع (ميكيرينوس): واجهة وجزء من التابوت عن بيرنج.
- ٣٠- نظام التثليث المصرى القديم.
- ٣١- نظرية فيثاغورث.
- ٣٢- بلاط موزاييك من مصر القديمة.

- ٣٣- نحت بارز من عصر العمارنة: حديقة مقسمة إلى مجموعات من المربعات (متحف بروكلين).
- ٣٤- المذبح المصنوع من المرمر لمعبد الشمس في أبوصير (عن ل. بورشار).
- ٣٥- زخرفة أحد الأسقف، عصر الرعامسة (المعين المتكرر).
- ٣٦- رسم تخطيطي لعمود في هيئة نبات البردي: محور التماثل (عصر الرعامسة).
- ٣٧- طريقة المربعات (تكبير وتصغير الرسومات).
- ٣٨- (أ، ب): قانون التناسب.
- ٣٩- طريقة المربعات المصرية.
- ٤٠- كورس أيوني (شاب يوناني عار) بقوانين النسبة والتناسب المصرية.
- ٤١- (أ، ب): كورس يوناني ومثيله المصري.
- ٤٢- (أ، ب): كورس يوناني ومصري (عن ج. بوردمان).
- ٤٣- مساحة المستطيل.
- ٤٤- وحدة مساحة المستطيل.
- ٤٥- مستطيل مأخوذ عن المسألة رقم ٤٩ من بردية راند.
- ٤٦- إنشاء مستطيل معروفة مساحته وأطوال أضلاعه (المسألة رقم ٦ من بردية موسكو).
- ٤٧- مساحة المثلث: (الإثبات الهندسي).
- ٤٨- مساحة المثلث: (الإثبات في الاعتقاد المصري).



- ٤٩- مساحة شبه المنحرف: (الإثبات الهندسى).
- ٥٠- مساحة شبه المنحرف: عن بردية راند (مسألة رقم ٥٣).
- ٥١- مساحة الشكل المضلع.
- ٥٢- بردية راند: مساحة المستطيل، الدائرة، المثلث، شبه المنحرف، ونظرية طاليس.
- ٥٣- مساحة الدائرة: (المسألة رقم ٥٠ من بردية راند).
- ٥٤- السقف الفلكى لسينينموت (الأسرة السابعة عشرة).
- ٥٥- شرح صيغة مساحة الدائرة عن ي. كيلر.
- ٥٦- بردية راند (المسألة رقم ٤٨) : مقارنة بين مساحة الدائرة والمربع.
- ٥٧- دائرة ومثلث داخل مربع.
- ٥٨- قاعدة أحد الأعمدة تتخذ هيئة دائرية محيطية (الرامسيوم).
- ٥٩- حساب مساحة قبة (الدولة القديمة).
- ٦٠- قياس الزوايا (حساب المثلثات): الجيب، جيب التمام، الظل، وظل التمام.
- ٦١- حساب زوايا العامد والضلع للهرم.
- ٦٢- حساب ظل وظل تمام زاوية ميل الهرم.
- ٦٣- حساب ظل تمام زاوية ميل الهرم (سيكيد).
- ٦٤- مسقط أفقى لمجموعة أفنية مع صوامع الغلال (القرن ١-١١ ق.م).
- ٦٥- مسقط أفقى مع إشارات للأطوال بالذراع (الدولة الحديثة).

٦٦- مسقط أفقى لمعبد مع قائمة جرد بالمنقولات والأثاث (الأسرة الثامنة عشرة).

٦٧- نموذج تمهيدى (ماكيت) لأساس معبد (الأسرة التاسعة عشرة).

٦٨- مسقط أفقى رياضى "هندسى" (الأسرة التاسعة عشرة).

٦٩- نافذة مثلثة من الحجر (الدولة الحديثة).

٧٠- (أ،ب) مسقط أفقى لمعبد خونسو بالكرنك ومسقط أفقى لمعبد يونانى.

٧١- غرفة جنازية فى الهرم الأكبر: متوازى مستطيلات (ج.ف. لاور).

٧٢- القطع الناقص على جدار معبد الأقصر (ل. بورشار).

٧٣- قطع ناقص من مملكة موين موتابانى زيمبابوى (القرن التاسع الميلادى).

٧٤- أوعية تمت معايرتها لنقل الغلال (طيبة ، مقبرة رقم ١٠٠).

٧٥- وعاء مدون عليه سعته بالأرقام (المتحف البريطانى).

٧٦- عين الإله حورس: كسور الحيكات.

٧٧- الهرم المدرج للملك زوسر (الأسرة الثالثة).

٧٨- تمثال إحتب من البرونز (متحف القاهرة).

٧٩- هرم سنفرو فى منطقة ميدوم، مقبرة ملكية (هرم) أسكيا من سونجى: وشائج قربى هندسية ومعمارية واضحة.

٨٠- الهرم الأكبر فى الجيزة.

٨١- القاعة الكبرى فى الهرم الأكبر.

٨٢- مقطع فى هرم الملك سحورا.

- ٨٣- أهرامات فى منطقة جبل بركال (الحقبة المريوتية).
- ٨٤- مسجد - جامعة سانكورى، تمبوشتو، مالى.
- ٨٥- الشكل الهرمى لمقبرة الملك جيوزو من أبومى.
- ٨٦- سلة من موزمبيق على شكل هرم ثلاثى.
- ٨٧- الهرم: تعريف رياضى.
- ٨٨- هرم منتظم.
- ٨٩- مخطط لهرم من بردية راند (مسألة رقم ٥٨).
- ٩٠- مقطع فى الهرم الأكبر.
- ٩١- حجم الهرم.
- ٩٢- حجم الهرم الناقص.
- ٩٣- مستخرج من بردية موسكو: مسألة رقم ١٤ متعلقة بحساب حجم الهرم الناقص.
- ٩٤- مستخرج من بردية راند: خمس مسائل تعتمد على حساب المثلثات.
- ٩٥- العدد الذهبى: نسب بين الارتفاع ، طول محيط القاعدة ، الواجهات المثلثة للهرم الأكبر.
- ٩٦- قياس ارتفاعات الأهرامات فى مصر بمعرفة طاليس الميلاوى.
- ٩٧- تقصيب نحت المخروط.
- ٩٨- فرن مخروطى (الدولة الوسطى).
- ٩٩- سيدة تضع على رأسها مخروط الدهان (طيبة ، مقبرة رقم ٦٩).

١٠٠- كتاب يحملون مخاريط الدهان فوق رؤوسهم (طبعة، مقبرة رقم ٥٧).

١٠١- مخروط جنائزى (المتحف المصرى، تورينو).

١٠٢- البرج المخروطى الكبير فى زيمبابوى. (القرن التاسع الميلادى).

١٠٣- مرشح مخروطى لإنتاج الملح (ف. ل. كامرون، ١٨٧٨).

١٠٤- مسلة عن بردية أنستازى الأول (أ. نويجباور، ١٩٣١).

١٠٥- مسلات تحوتمس الأول والملكة حتشبسوت، معبد آمون، الكرنك (الأسرة الثامنة عشرة).

١٠٦- مسلة الملكة حتشبسوت (حوالى ٣٢٣ طناً).

١٠٧- هرم راموس (حوالى ١٣٠٠ ق.م).

١٠٨- صلاية الكاتب سبتى (الأسرة التاسعة عشرة) صلاية ذات تكوين مكتمل.

١٠٩- مسلة أبو صير الكبرى (ل. بورشار).

١١٠- مسلة ونظام العالم عند شعب الدوجون (م. جريول ، ١٩٤٨).

١١١- صلاية - مسلة أكسوم، إثيوبيا.

١١٢- مسلة يوروبا، إيف، نيجيريا (ر.أ. دينيت ، ١٩١٠).

١١٣- مسلة يوروبا (ج. ألوميد لوكاس).

١١٤- منحدر حسب رؤية أنستازى الأول (أ. نويجباور ، ١٩٣١).

١١٥- جزء متبق من منحدر من الطوب اللبن، معبد الكرنك (إ. إ. س. إدواردز، ١٩٤٧).

١١٦- أطلال قصر الملك أجادجا من أبومي: منحدرات أو سلالم  
ضرورية.

١١٧- سلم حفر بارز (الأسرة الخامسة).

١١٨- وصف الإسطوانة.

١١٩- نموذج لشبونة غلال مصرية، الدولة الوسطى (المتحف البريطاني).

١٢٠- فناء يضم شون الغلال على شكل مخروطي (ه. شيفر ، ١٩١٩).

١٢١- الأنواع الهندسية لشون الغلال الأفريقية (م. ديلافوس ، ١٩٠٨).

١٢٢- وعاء للكحل على شكل إسطوانة مصمتة، الدولة الوسطى (متحف  
القاهرة).

١٢٣- عامود إسطواني من الدولة القديمة (الأسرة الخامسة).

١٢٤- عامود إسطواني من الدولة الحديثة (الأسرة التاسعة عشرة).

١٢٥- عمودان: ذوا ٨ واجهات وذوا ١٦ أخدودًا) الدولة الوسطى: أصل  
العمود الدوراني اليوناني.

١٢٦- الأنواع المختلفة لتيجان الأعمدة المصرية: رسم هندسي.

١٢٧- متوازي مستطيلات قائم الزاوية: حساب حجمه (مسألة رقم ٤٤ من  
بردية راند).

١٢٨- حساب حجم المخروط الناقص (أ. نويجباور ، ١٩٣١).

١٢٩- كليبيدور أو ساعة مائية في الكرنك، الأسرة الثامنة عشرة (متحف  
القاهرة).

١٣٠- رسم يوضح كليبيدور بقطاع داخلي (ل. دوناتيللي).



١٣١- الملك تحوتمس الرابع على ركبتيه يمسك فازتين كرويتين من المعدن (المتحف البريطاني).

١٣٢- قطاع مستو لكرة (أ. د. ج. في مصر الفرعونية).

١٣٣- مستخرج من بردية موسكو: مساحة نصف الكرة (مسألة رقم ١٠).

١٣٣- مكرر: نصف الكرة.

١٣٤- فتاة تمسك وعاء للدهان على هيئة نصف كرة (الأسرة الثامنة عشرة).

١٣٥- أنية عليها نقوش محفورة من إقليم اللورين، نيجيريا: نصف كرة.

١٣٦- تربيعة الدائرة في مصر مسألة رقم ٤٨ من بردية راند (حوالي ١٦٥٠ ق.م).

١٣٧- مساحتا المربع والدائرة متساويتان تقريبا.

١٣٨- الدائرة ممثلة بمثلث غير منتظم.

١٣٩- تربيعة الدائرة الذي قام به أرشميدس (حوالي ٢٨٧-٢١٢ ق.م).

١٤٠- منزل على هيئة مخروط - إسطوانة في أفريقيا السوداء (ل. زاسلافسكى).

١٤١- منزل على هيئة مخروط - إسطوانة في النوبة ، ثقافة الكيرما (١٧٥٠-١٥٥٠ ق.م).

١٤٢- مخروط، كرة، إسطوانة: ثلاثة أشكال تكون عائلة (دائرة).

١٤٣- حول الكرة والإسطوانة عند أرشميدس.

١٤٤- إسطوانة مرسومة حول كرة (شيخ أنتا ديوب).

- ١٤٥- أوزان مدموغة من الحجر، الدولة الحديثة (المتحف البريطاني).
- ١٤٦- أوزان متنوعة مستخدمة في الموازين (المتحف المصري في تورينو، إيطاليا).
- ١٤٧- أثقال ذات تقاليد أسلوبية هندسية لوزن الذهب في إقليم أكان (غانا - ساحل العاج).
- ١٤٨- الميزان المصري، الأسرة الخامسة (٢٤٥٠-٢٢٩٠ ق.م).
- ١٤٩- ميزان مصري له جزء منزلق (١٥٠٠ ق.م).
- ١٥٠- وزن من الذهب (آخر الأسرة الثامنة عشرة).
- ١٥١- تسجيل وزن الذهب (الدولة الحديثة).
- ١٥٢- ميزان يدوي، تومبوكتو، مالي (ف. دوبا، ١٨٩٧).
- ١٥٣- آنية إغريقية: منظر وزن وتعبئة البضائع (القرن السادس ق.م) يشبه تماما التمثيل المصري.
- ١٥٣- مكرر: منظر وزن الكتان، آنية من نوع الليكنية عليها أشكال مرسومة باللون الأسود، أثينا، حوالي ٥٦٠ ق.م، نيويورك، متحف الميتروبوليتان للفن.
- ١٥٤- الوزن المصري للأفعال وروح المتوفى (الدولة الحديثة).
- ١٥٥- آنية يونانية: الإله هيرمس يزن أرواح الموتى (متحف الوفر).
- ١٥٦- شادوف مصري: تطبيق مبدأ الرافعة (طيبة، مقبرة رقم ٢١٧).
- ١٥٧- الساقية النوبية (س. كيروبيني، ١٨٤٧).
- ١٥٨- نظام موازن المياه بمصر (الدولة القديمة: ٢٧٨٠-٢٢٨٠ ق.م).

- ١٥٩- نظام موازن المياه بمصر (عصر العمارنة: حوالي ١٣٧٠ ق.م).
- ١٦٠- نظام موازن المياه بالنيجر.
- ١٦١- موتيفات هندسية للزخرفة المصرية: فريزات من اللوتس، حليات ملفوفة على شكل حرف C، وحرف S.
- ١٦٢- فريزات من طيبة (عن ج. جيكييه).
- ١٦٣- زخرفة سقف في مير: استخدام الحزونات (الدولة الوسطى: ٢٠٥٢-١٧٧٨ ق.م).
- ١٦٤- زخرفة سقف: حزونات وزهور (الدولة الحديثة: ١٥٦٧-١٠٨٥ ق.م).
- ١٦٥- سقف مقبرة رمسيس الثاني (١٣٠١-١٢٣٥ ق.م) زهور ، دوائر ، حزونات ملفوفة على شكل حرف C، S، مستطيلات.
- ١٦٦- زخرفة قصر آشور بانيبال (٦٦٨-٦٢٦ ق.م): شجيرات نخيل مع أزهار اللوتس مأخوذة من مصر.
- ١٦٧- موتيفات مصرية على أواني عصر ما قبل الأسرات حوالي ٤٠٠ ق.م: لا تزال مرسومة بكتابات هيروغليفية معينة من عصر الأسرات.
- ١٦٨- أوان وموتيفات هندسية من لوجون العليا، تشاد (د. ب. دي بيدرال، ١٩٤٨).
- ١٦٩- الأساليب الفنية الهندسية لأواني تشاد (١٩٤٨).
- ١٧٠- الأساليب الفنية الهندسية لأواني تشاد (١٩٤٨).
- ١٧١- أسماء الأواني التشادية من موتيفاتها الهندسية واستخداماتها (١٩٤٨).

- ١٧٢- أسماء الأواني التشادية من موتيفاتها الهندسية واستخداماتها (١٩٤٨).
- ١٧٣- أوان محفرة هندسيا من النيجر: مدرسة كوني (و. يورفوي ، ١٩٥٥).
- ١٧٤- أوان محفرة هندسيا من النيجر: مدرسة داميرجو- داجنا جارام (١٩٥٥).
- ١٧٥- أوان محفرة هندسيا من النيجر: مدرسة داميرجو- داجنا جارام (١٩٥٥).
- ١٧٦- وعاء لحفظ الحناء من النيجر: في الكتابة الهيروغليفية كلمة "جمال" تبدو مكتوبة على وعاء الحناء.
- ١٧٧- الزخرفة الهندسية للخزفيات بالنيجر: مدرسة كيتا (١٩٥٥).
- ١٧٨- موتيفات هندسية على منسوجات كوبا، زائير (كاساني).
- ١٧٩- خرائط مناجم الذهب المصرية (الأسرة التاسعة عشرة).
- ١٨٠- خريطة نصف الكرة الهومرية.
- ١٨١- خرائط هيكتيوس، هيباركوس، وبطليموس.
- ١٨٢- التصوير التقليدي لخريطة إراتوستين (عن س. مولر).
- ١٨٣- جغرافية سترابون.
- ١٨٤- خريطة أفريقيا من الداخل لبطليموس.
- ١٨٥- جبال القمر عن المسعودي (القرن الحادي عشر).
- ١٨٦- خرائط أفريقيا عن الإدريسي و"آلي الحكمة".

- ١٨٧- خرائط أفريقيا عن روش وسيلفانوس.
- ١٨٨- خرائط أفريقيا عن فيرازونو وسباستيان كابوت.
- ١٨٩- خريطة أفريقيا عن كتاب جغرافيات القرن السادس عشر والسابع عشر.
- ١٩٠- خريطة أفريقيا لكونستابل.
- ١٩١- عنوان بردية راند عن الأصل باللغة الهيراطيكية (المتحف البريطاني).
- ١٩٢- طاليس الميلاوى (حوالى ٦٤٠- حوالى ٥٤٧ ق.م).
- ١٩٣- الصفحة ٢٤٤ من "قواعد اللغة المصرية القديمة" لشامبليون (١٨٣٦).
- ١٩٤- الأعداد المصرية طبقا لست برديات رياضية.
- ١٩٥- الهندسة والأنثروبولوجيا الفيزيائية للجمجمة: مصر (عصر العمارنة) وشمال شرق زائير (شعب المانجبوتو).
- ١٩٦- رأس أميرة من العمارنة وسيدة من المانجبوتو: تماثل فى شكل الجمجمة.
- ١٩٧- أميرات العمارنة وأمرء المانجبوتو: منظر يظهر روح التعاطف والمحبة.
- ١٩٨- رأس أميرة من العمارنة وأميرة من توتسى من رواندا: نفس الجمجمة والرأس.
- ١٩٩- رأس تماثل ضخم لتحتومس الثالث (الدولة الحديثة): وصلت الإمبراطورية المصرية لأوج مجدها واتساع رقعتها تحت حكم ذلك الفرعون.





المؤلف فى سطور:

ثيوفيل أوبينجا Theophile Obenga

• عالم مصريات إفريقى.

• مدير مجلة المصريات والحضارات الإريقية عنخ ANKH

مؤلف الكتب التالية:

- L'Afrigue dans L'anliguite (1964)
- Laphilosophie africaine de la periode
- Pharaonigue (1990)
- Origine Commune de L'egyptien ancen

والكتاب هو الكراسة الأولى للمعهد الإفريقى للمصريات شيخ أنتا ديوب

## المترجم فى سطور:

حسام الدين زكريا

- ماجستير هندسة ميكانيكية – جامعة الإسكندرية، وعميد بحرى متقاعد.
- عضو اتحاد الكتاب وأتيليه الإسكندرية.
- يشارك فى الحركة الثقافية منذ أوائل السبعينيات بمقالات فى المجالات والدوريات الفنية ومحاضراته فى تذوق الفنون، والموسيقى على نحو خاص.

### صدر له:

- جوستاف مالر الرومانتيكيين ١٩٦٦.
- أنطون بروكنر ١٩٧٧.
- العلم والموسيقى (ترجمة) ١٩٩٧.
- الجزء الأول (المصطلحات والمصنفات) من المعجم الشامل للموسيقى العالمية (أربعة أجزاء) ٢٠٠٤.
- موسوعة الطفل (مترجم ومحرر مشترك).
- عجائب المستقبل (مترجم ومحرر مشترك).
- ثورة الإنفوميديا (ترجمة) – سلسلة عالم المعرفة – الكويت – العدد ٢٥٣ – ٢٠٠٠.
- الموسوعة البريطانية (Concised) Incyclopedia Br.

### له تحت الطبع:

- قصة الأوبرا (ترجمة) – المجمع الثقافى – أو ظبى.
- موسيقى الشعوب (ترجمة).
- المرأة على ساحة الإبداع الموسيقى العالمى.
- سيمفونيات بيتهوفن بين يديك.
- أستاذ منتدب بكلية الفنون الجميلة جامعة الإسكندرية لتدريس التذوق الموسيقى والمصطلحات الفنية.

التصحيح اللغوى : وجيه فاروق  
الإشراف الفنى : حسن كامل







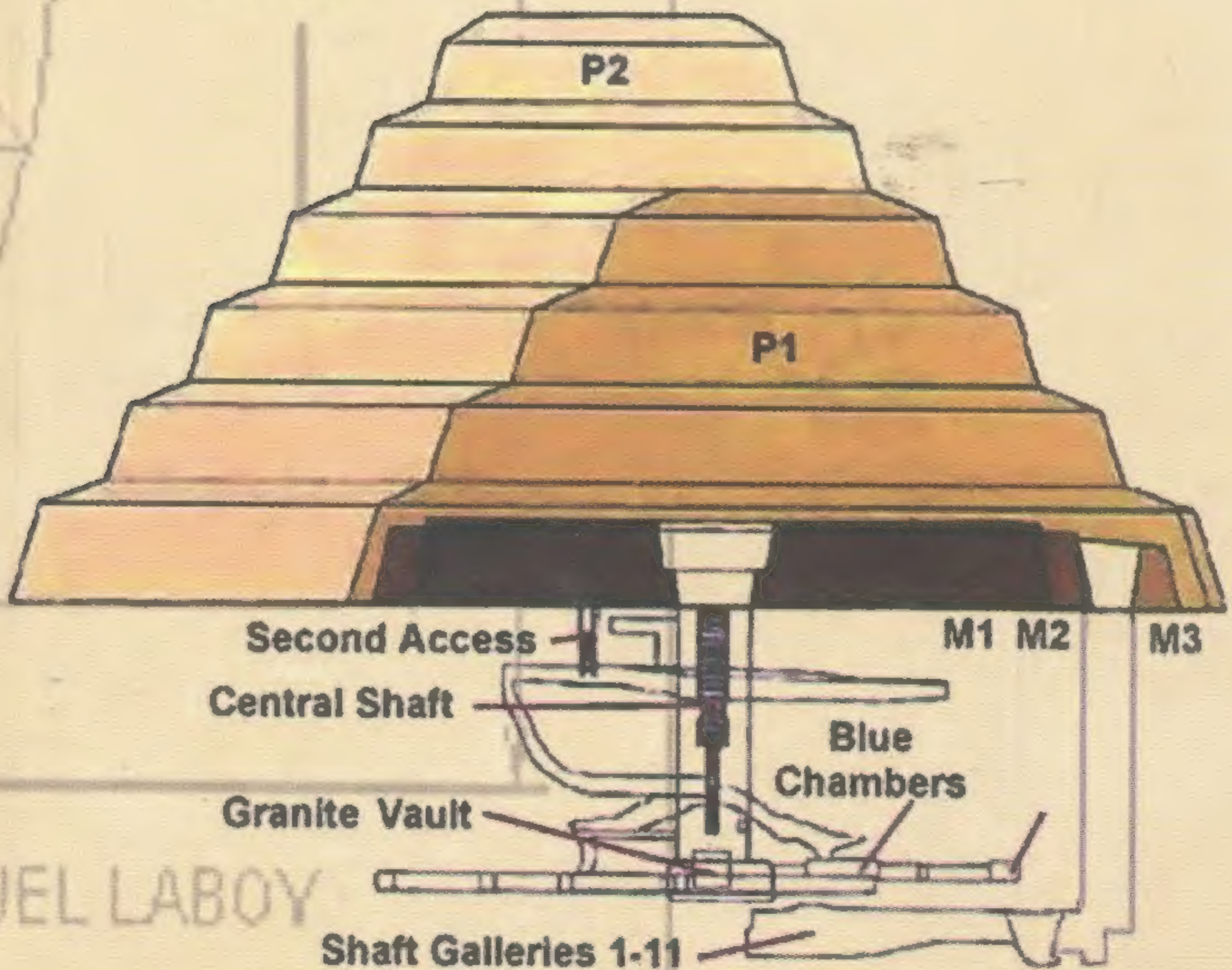




هذه هي الكراسة الأولى من إصدارات المعهد الإفريقي  
للمصريات الشيخ أننا ديوب وهو دراسة في المعرفة الهندسية  
التي ازدهرت في مصر الفرعونية .

والنص مصاغ في أسلوب تعليمي وملخص. ولم يكن من  
السهولة بمكان أن نتخلي عن التاريخ لتلك الابتكارات  
المحكمة للروح الإنسانية وهي الهندسة، حيث أقر اليونانيون  
أن الهندسة الصحيحة قد نمت وتطورت لديهم بدءاً مما تلقوه  
من المصريين في ذلك الصدد.

والكتاب مساهمة كبرى في التعرف على التاريخ العلمي  
والثقافي الإفريقي الذي ينتظر تحريره وتقييمه.



Bibliotheca Alexandrina



0679825

SAMUEL LABOY